

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-95163

(43)公開日 平成11年(1999)4月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 27/18

F 2 1 V 13/04

G 0 2 F 1/13

1/1335

G 0 3 B 21/14

識別記号

5 0 5

5 3 0

F I

G 0 2 B 27/18

Z

F 2 1 V 13/04

C

G 0 2 F 1/13

5 0 5

1/1335

5 3 0

G 0 3 B 21/14

A

審査請求 未請求 請求項の数23 FD (全29頁)

(21)出願番号

特願平9-246139

(22)出願日

平成9年(1997)8月26日

(31)優先権主張番号 特願平8-224225

(32)優先日 平8(1996)8月26日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(31)優先権主張番号 特願平9-196090

(32)優先日 平9(1997)7月22日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 伊藤 嘉高

長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 橋爪 俊明

長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

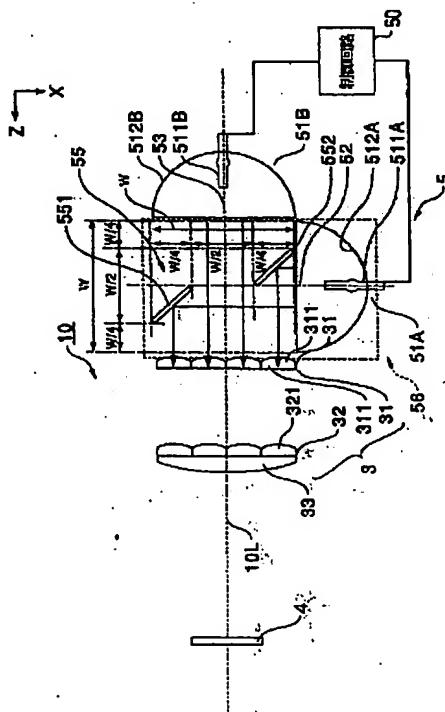
(74)代理人 弁理士 下出 隆史 (外2名)

(54)【発明の名称】 照明装置および投写型表示装置

(57)【要約】

【課題】 投写型表示装置の照明光源に適した、明るく均一な照明を行うことの可能な照明装置を提供する。

【解決手段】 照明装置は、光源部とインテグレータ光学系とを備え、光源部からの出射光がインテグレータ光学系によって照明領域を均一でムラの無い状態で照明する。光源部は、一对のランプユニットと、各ランプユニットからの各出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出してランプユニットの開口縁の直径と略同一幅の照明用の合成光束を形成する合成ミラー手段とを有している。各ランプユニットおよび合成ミラー手段は、各ランプユニットからの出射光が照明領域の長手方向に垂直な方向で合成されるように配置することが好ましい。このような構成により、小型、コンパクトで出射光量の高い照明装置を実現でき、投写型表示装置に適用すれば、均一で明るい投写画像を得ることができる。



(2)

**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 光源ランプと、当該光源ランプからの出射光を全体として平行な出射光となるように反射するリフレクタとを備えたランプユニットを有している照明装置において、

第1および第2の前記ランプユニットと、各ランプユニットからの各出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出してランプユニットの開口縁の直径と略同一幅の照明用の合成光束を形成する合成ミラー手段とを有することを特徴とする照明装置。

**【請求項2】** 請求項1において、各ランプユニットのリフレクタは、その出射側の開口縁に、出射光の一部を反射する一対の反射ミラーが、ランプ光軸を中心として互いに略対称な状態となるように取付けられていることを特徴とする照明装置。

**【請求項3】** 請求項1において、前記第1及び第2のランプユニットの前記リフレクタは、前記ランプ光軸を含む一定の範囲以外の部分が、前記ランプユニットの開口面に直交し、かつそれぞれの前記ランプ光軸を中心として互いに略対称な平面で切断された形状を有することを特徴とする照明装置。

**【請求項4】** 請求項1から3のいずれかの項において、前記第1のランプユニットは、そのランプ光軸が前記第2のランプユニットのランプ光軸と交わるように配置され、

前記第1のランプユニットからの出射光のうち、そのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光を、前記第2のランプユニットのランプ光軸方向へ反射する前記合成ミラー手段を有することを特徴とする照明装置。

**【請求項5】** 請求項4において、前記第1のランプユニットが、前記合成ミラー手段と一緒に着脱可能に構成されていることを特徴とする照明装置。

**【請求項6】** 請求項1から3までのいずれかの項において、

前記合成ミラー手段は、前記第1のランプユニットからの出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出すための第1の合成ミラー手段と、前記第2のランプユニットからの出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出すための第2の合成ミラー手段とを備えていることを特徴とする照明装置。

**【請求項7】** 請求項6において、

前記第1および第2のランプユニットのうちの少なくとも何れか一方のランプユニットは着脱可能であることを特徴とする照明装置。

**【請求項8】** 請求項7において、

前記第1のランプユニットおよび前記第1の合成ミラー手段と、前記第2のランプユニットおよび前記第2の合

2

成ミラー手段とのうちの少なくとも一方の側は、一体的に着脱可能となっていることを特徴とする照明装置。

**【請求項9】** 請求項4または6において、さらに、前記第1および第2のランプユニットは選択的に点灯可能な制御回路を備えることを特徴とする照明装置。

**【請求項10】** 請求項4または6において、前記複数のランプユニットの光源ランプから出射される光の波長分布特性がそれぞれ異なることを特徴とする照明装置。

**10 【請求項11】** 請求項1において、更に、複数のレンズを有する第1のレンズ板および複数のレンズを有する第2のレンズ板を含むインテグレータ光学系を備え、前記第1のレンズ板は、前記合成光束を各レンズによって空間的に分離することによって複数の中間光束を生成するとともに、前記複数の中間光束を前記第2のレンズ板の各レンズの入射面の近傍にそれぞれ二次光源像として収束させ、当該第2のレンズ板の各レンズを介して出射された前記複数の各中間光束が所定の照明領域に重畳されることを特徴とする照明装置。

**20 【請求項12】** 請求項11において、更に、前記第2のレンズ板からの出射光束を偏光方向の揃った1種類の偏光光束に変換して出射する偏光発生手段を備え、

前記偏光発生手段は、前記第2のレンズ板からの出射光束を互いに偏光方向が異なる2種類の偏光光束に分離する偏光分離手段と、

前記偏光分離手段によって得られた一方の偏光光束の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と同じとなるように偏光変換する偏光変換手段とを備え、

**30 【請求項13】** 請求項1、11、または12のいずれかに記載された照明装置と、前記照明装置からの出射光を画像情報に応じて変調する変調手段と、

前記変調手段で得られる変調光束を投写面上に投写する投写光学系とを有することを特徴とする投写型表示装置。

**40 【請求項14】** 請求項13において、更に、前記照明装置からの出射光を少なくとも2色の色光束に分離する色分離手段と、前記色分離手段により分離された各色光束をそれぞれ変調する複数の前記変調手段と、

それぞれの前記変調手段で変調された後の各色の変調光束を合成する色合成手段とを有し、

前記色合成手段によって得られた合成光束が前記投写光学系を介して投写面上に投写されることを特徴とする投写型表示装置。

**50 【請求項15】** 請求項14記載の投写型表示装置にお

(3)

3

いて、

互いに直交する3つの方向軸をX、Y、Zとし、前記照明装置からの出射光の光軸と平行な方向をZとしたとき、

前記色分離手段は、XZ平面に対しては略垂直に、YZ平面、XY平面に対してはそれぞれ所定角度を成すように色分離面を有し、

前記複数のランプユニットおよび前記合成ミラー手段は、前記複数のランプユニットからの出射光が略Y方向に沿って合成されるように配置されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項16】 請求項14記載の投写型表示装置において、

互いに直交する3つの方向軸をX、Y、Zとし、前記照明装置からの出射光の光軸と平行な方向をZとしたとき、

前記色合成手段は、ダイクロイック面を備え、

前記ダイクロイック面は、XZ平面に対しては略垂直に、YZ平面、XY平面に対しては所定の角度を成すように配置され、

前記複数のランプユニットおよび前記合成ミラー手段は、前記複数のランプユニットからの出射光が略Y方向に沿って合成されるように配置されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項17】 互いに略直交する第1の方向と第2の方向のいずれかに平行な複数の辺を有する略矩形形状の照明領域を照明する照明装置であつて、

第1および第2のランプユニットと、各ランプユニットからの各出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分をそれぞれ取り出して合成し、ランプユニットの開口縁の直径と略同一幅の照明光を形成する合成ミラー手段と、を有する光源と、

前記光源から出射された光束を複数の部分光束に分割するとともに、該複数の部分光束をそれぞれ集光させる複数の小レンズを有する第1のレンズ板と、

前記複数の部分光束が入射する複数の小レンズを有する第2のレンズ板と、

前記第2のレンズ板から出射された複数の部分光束をそれぞれ互いに偏光方向の異なる2種類の偏光光束に分離する偏光分離手段と、該偏光分離手段によって得られた一方の偏光光束の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と同じとなるように偏光変換する偏光変換手段とを有し、前記複数の部分光束を偏光方向の揃った1種類の複数の偏光光束に変換して出射する偏光発生手段と、

前記偏光発生手段から出射された複数の偏光光束を重畠して前記照明領域を照明する重畠手段と、を備え、

前記偏光分離手段は、前記2種類の偏光光束が前記照明領域の前記第1の方向に沿って空間的に分離されるように配置され、

前記第1のレンズ板の各小レンズは、前記各小レンズの

4

中心光軸に垂直な平面に投影される形状が略矩形であり、かつ、前記略矩形形状のアスペクト比の値が前記照明領域のアスペクト比の値にはほぼ等しく、前記各小レンズから出射される複数の部分光束が前記第2のレンズ板の対応する各小レンズに入射するように形成され、

前記第2のレンズ板の各小レンズは、前記各小レンズの中心光軸に垂直な平面に投影される形状が略矩形であり、かつ、前記略矩形形状のアスペクト比の値は、前記照明領域のアスペクト比の値よりも小さい値を有し、

10 前記アスペクト比の値は、前記第1の方向に平行な辺の長さに対する前記第2の方向に平行な辺の長さの割合で定義される照明装置。

【請求項18】 前記第2のレンズ板の各小レンズの前記アスペクト比の値は約1/2である請求項17記載の照明装置。

【請求項19】 前記第2のレンズ板を構成する複数の小レンズの前記第2の方向に沿った複数の列は、前記光源から出射された光束の中心位置に対して離れるに従つて、前記各列を構成する各小レンズの前記第2の方向に沿った大きさが小さくなるように調整されていることを特徴とする請求項17記載の照明装置。

【請求項20】 請求項17記載の照明装置において、前記複数のランプユニットの光源ランプのうち、いかれかを選択点灯可能な制御回路を備えることを特徴とする照明装置。

【請求項21】 請求項17記載の照明装置において、前記複数のランプユニットの光源ランプから出射される光の波長分布特性がそれぞれ異なることを特徴とする照明装置。

30 【請求項22】 請求項17記載の照明装置と、前記照明装置からの出射光を画像情報に応じて変調する変調手段と、

前記変調手段で得られる変調光束を投写面上に投写する投写光学系とを有することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項23】 請求項22において、更に、前記照明装置からの出射光を少なくとも2色の色光束に分離する色分離手段と、前記色分離手段により分離された各色光束をそれぞれ変調する複数の前記変調手段と、

それぞれの前記変調手段で変調された後の各色の変調光束を合成する色合成手段とを有し、

前記色合成手段によって得られた合成光束が前記投写光学系を介して投写面上に投写されることを特徴とする投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、2個以上のランプユニットから構成される小型、コンパクトで光利用効率の高い照明装置に関するものである。また、本発明は、

50

(4)

5

この形式の照明装置を用いて均一で明るい投写画像を形成可能な投写型表示装置に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】投写型表示装置等に組み込まれる照明装置は、ハロゲンランプ、メタルハイドランプ等の光源ランプと、この光源ランプから出射された放射光を反射することにより平行光や集束光として所定の方向に出射するリフレクタとを含む構成のランプユニットを備えている。リフレクタとしては、その反射面の形状が放物面形、楕円面形等のものが使用されている。

**【0003】**また、投写型表示装置に使用される照明装置では、均一で明るい投写画像を形成できるように、照明装置は出射光量の多いものが望ましい。また、可搬型の投写型表示装置にあっては、その小型コンパクト化の要望から、そこに組み込まれる照明装置も小型でコンパクトであることが望ましい。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】照明装置の出射光量を多くするためには、複数のランプユニット、例えば2個のランプユニットを用いて照明装置を構成することが考えられる。しかし、単に2個のランプユニットを並列に配置した構成にすると、幅が2倍になってしまふので、照明装置が大型化してしまう。また、照明装置の出射光束の幅も2倍となるので、照明装置の光路幅も広くする必要があり、さらには、当該照明装置が組み込まれた投写型表示装置の側に形成すべき光路幅も2倍に広げる必要があり、この点においても、装置の小型化およびコンパクト化には不適当である。

**【0005】**ここで、投写型表示装置に組み込まれている照明装置の典型的な例としては、出射光の平行性を確保するために、アーク長の短い光源ランプと焦点距離の短い放物面形状のリフレクタを備えたランプユニットが知られている。この構成のランプユニットでは、そこからの出射光の光量分布は、ランプ光軸およびその近傍で急峻なピークを示し、ランプ光軸から離れるに伴って急減に減少する特性曲線となる。従って、ランプ光軸を含む中心部分の出射光束のみを照明光として利用しても、それ程光量の低下を招くことがない。なお、投写型表示装置に採用される一般的なランプユニットにおいては、ランプ光軸は、リフレクタの開口面の中心とリフレクタの曲率中心とを結んだ線で定義することができる。

**【0006】**本発明の課題は、上記の点に鑑みて、複数のランプユニットを用いた照明装置、およびこのような照明装置が組み込まれた投写型表示装置において、明るく、かつ、明るさが均一で色むらのない投写画像を得ることの可能な技術を提案することにある。

**【0007】**

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

(第1の照明装置、及び、これを用いた投写型表示装置) 上述の課題を解決するため、本発明第1の照明装置

(4)

6

は、光源ランプと当該光源ランプから出射される光を全体として平行な出射光となるように反射するリフレクタとを備えたランプユニットを有している照明装置において、第1および第2の前記ランプユニットと、各ランプユニットからの各出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出してランプユニットの開口縁の直径と略同一幅の照明用の合成光束を形成する合成ミラー手段とを有することを特徴としている。

**【0008】**このように構成した本発明第1の照明装置においては、ランプユニットを2つ配置するためのスペースが必要であるものの、合成ミラー手段によって得られる合成光束の幅は单一のランプユニットの出射光束の幅とほぼ同一である。しかも、合成ミラー手段によつて、各ランプユニットの出射光量の多いランプ光軸を含む出射光の中心部分が利用される。従って、本発明第1の照明装置が組み込まれた投写型表示装置等においては、照明光の光路として、单一のランプユニットを備えた照明装置の場合とほぼ同一幅の光路を配置する空間を確保しておけば良いので、照明装置を除く装置寸法が増大することはない。また、各ランプユニットの出射光のうちの光量の多い部分を利用して合成光束を形成しているので、出射光量の多い照明光を得ることができ、本発明第1の照明装置を投写型表示装置に組み込めば、明るい投写画像を形成できる。

**【0009】**この構成の照明装置の照明光の光量を更に多くするためには、各ランプユニットの出射光の利用効率を更に高めれば良い。このためには、各ランプユニットのリフレクタの出射側の開口縁に、出射光が一部反射される一对の反射ミラーをランプ光軸を中心として互いに略対称な状態となるように取付けた構成を採用すれば良い。この構成によれば、ランプ光軸から遠い部分の出射光は反射ミラーによって反射されて再度リフレクタに戻り、ここで再度反射されてランプ光軸に近い部分を通過して出射される。従って、各ランプユニットの出射光の殆どが合成ミラー手段の側に出射されて、照明用の合成光束を形成するため利用される。

**【0010】**ここで、前記第1及び第2のランプユニットの前記リフレクタは、前記ランプ光軸を含む一定の範囲以外の部分が、前記ランプユニットの開口面に直交し、かつそれぞれの前記ランプ光軸を中心として互いに対称な平面で切断された形状を有するものとすることができる。このような構成により、リフレクタが切断された分だけ各ランプユニットを合成ミラー手段側にあるいは被照明領域側に配置することができ、照明装置を小型化することが可能となり、また、この照明装置が組み込まれる投写型表示装置等を小型化することが可能となる。

**【0011】**また、前記第1のランプユニットは、そのランプ光軸が前記第2のランプユニットのランプ光軸と交わるように配置することができ、この場合には、前記

(5)

7

第1のランプユニットからの出射光のうち、そのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光を、前記第2のランプユニットのランプ光軸方向へ反射するように、前記合成ミラー手段を構成すれば良い。また、この場合に前記第1のランプユニットを、前記合成ミラー手段と一体で着脱可能に構成すれば、用途に応じて第1のランプユニットと合成ミラー手段を取り外すことにより、照明装置の小型化と軽量化を実現でき、可搬性を重視するような場合に便利である。

【0012】一方、前記合成ミラー手段を、前記第1のランプユニットからの出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出すための第1の合成ミラー手段と、前記第2のランプユニットからの出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出すための第2の合成ミラー手段とを備えた構成とすることもできる。この場合には、前記第1および第2のランプユニットのうちの少なくとも何れか一方のランプユニットを着脱可能としたり、あるいは、前記第1のランプユニットおよび前記第1の合成ミラー手段と、前記第2のランプユニットおよび前記第2の合成ミラー手段とのうちの少なくとも一方の側を、一体的に着脱可能にすることにより、照明装置の小型化と軽量化を実現でき、用途に応じた使用が可能となる。

【0013】なお、前記複数のランプユニットの光源ランプのうち、いずれかを選択点灯可能とすれば、必要に応じて照明光の明るさを多段階に調整できるため、要求される明るさや消費電力量の点で多様な使い方が可能となる。

【0014】また、前記複数のランプユニットの光源ランプから出射される光の波長分布特性がそれぞれ異なるようすれば、照明光の色合いを所定の色合いに設定することができ、カラー投写型表示装置に適用した場合には、その色再現性を向上させることが可能である。

【0015】次に、本発明第1の照明装置による照明光の照度ムラを無くすためには、インテグレータ光学系を備えた構成とすることが望ましい。すなわち、複数のレンズを有する第1のレンズ板および複数のレンズを有する第2のレンズ板を含むインテグレータ光学系を有し、前記合成光束を前記第1のレンズ板の各レンズを介して空間的に分離された複数の中間光束として前記第2のレンズ板の各レンズの入射面上にそれぞれ二次光源像として収束させ、当該第2のレンズ板の各レンズを介して出射された前記複数の各中間光束を重畳して照明領域を照明することが望ましい。このような構成により、ランプユニットからの出射光束が光束の断面内でその光強度分布に大きな偏りを有していた場合でも、明るさが均一で明るさや色むらの無い照明光を得ることが可能となる。

【0016】また、さらに、第2のレンズ板から出射された偏光方向がランダムな合成光束を互いに異なる2種類の偏光光束に分離する偏光分離手段と、この偏光分離

(5)

8

手段によって得られた一方の偏光光束の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と同じとなるように偏光変換する偏光変換手段とを備え、前記2種類の偏光光束を偏光方向の揃った1種類の偏光光束に変換して出射する偏光発生手段を用い、この偏光発生手段によって得られた偏光方向の揃った1種類の偏光光束によって照明領域を照明するようにしても良い。

【0017】上記の構成によれば、偏光方向が揃ったほぼ1種類の偏光光束のみを照明光として使用することができるため、後述するように、この照明装置を投写型表示装置等に組み込む場合に光の利用効率を向上させることができある。なお、上記の、偏光方向がランダムな光束から偏光方向が揃ったほぼ1種類の偏光光束を得る過程においては、殆ど光吸収を伴わないため、非常に高い効率で特定の偏光光束を得ることが可能である。

【0018】以上に述べた合成ミラー手段を備えた照明装置は、投写型表示装置の照明装置として利用することができる。投写型表示装置としては、本発明第1の照明装置と、前記照明装置からの出射光を画像情報に応じて変調する変調手段と、前記変調手段で得られる変調光束を投写面上に投写する投写光学系とを用いて構成すれば良い。前に述べたように、本発明第1の照明装置においては、ランプユニットを2つ配置するためのスペースが必要であるものの、合成ミラー手段によって得られる合成光束の幅は单一のランプユニットの出射光束の幅とほぼ同一である。しかも、合成ミラー手段によって、各ランプユニットの出射光量の多いランプ光軸を含む出射光の中心部分が利用される。従って、本発明第1の照明装置が組み込まれた投写型表示装置等では、照明光の光路として単一のランプユニットを備えた照明装置の場合とほぼ同一幅の光路を配置する空間を確保しておけば良いので、照明装置を除く装置の寸法が増大することはない。よって、単一のランプユニットを用いた場合とほぼ同程度の装置サイズのままで、投写画像の明るさを向上させることができる。

【0019】ここで、前記照明装置にインテグレータ光学系を設けた場合には、ランプユニットからの出射光束が光束の断面内でその光強度分布に大きな偏りを有していた場合でも、明るさが均一で明るさや色むらの無い照明光を得ることが可能となるため、投写面全体に渡って明るさが均一で明るさや色むらの無い投写画像を得ることができる。

【0020】また、さらに、前記照明装置に、前述したような偏光分離手段と偏光変換手段とを有する偏光発生手段を設け、偏光方向の揃った1種類の偏光光束によって変調手段を照明するようにしても良い。

【0021】液晶装置のように1種類の偏光光束を用いる変調手段を備えた投写型表示装置において、偏光方向がランダムな光束を照明光として用いる場合には、表示に不要な偏光方向の異なる偏光光束を偏光板等の偏光選

(6)

9

択手段によって選択しなければならないため、光の利用効率が極めて低下する。また、偏光選択手段として偏光板を用いる場合には光の吸収によって偏光板の温度が著しく上昇するため、偏光板を冷却するための大がかりな冷却装置が必要である。しかしながら、上記の構成によれば、偏光方向がランダムな照明装置からの光束を、全体としてほぼ1種類の偏光方向を有する偏光光束に変換することができ、偏光方向が揃ったほぼ1種類の偏光光束のみを変調手段で利用可能な照明光として使用することができます。従って、光源ランプからの出射光束の大部分を利用することができるようになり、極めて明るい投写画像を得ることが可能となる。また、表示に不要な偏光方向の異なる偏光光束が照明光にはほとんど含まれていないため、偏光板における光吸収は少なく、従って、偏光板を冷却する冷却装置の大幅な簡略化、小型化が可能となる。

【0022】なお、カラー画像を投写表示するためには、上記の構成に加えて、照明装置からの出射光を少なくとも2色の色光束に分離する色分離手段と、前記色分離手段により分離された各色光束をそれぞれ変調する複数の前記変調手段と、それぞれの前記変調手段で変調された後の各色の変調光束を合成する色合成手段とを有し、前記色合成手段によって得られた合成光束が前記投写光学系を介して投写面上に投写される構成とすれば良い。

【0023】また、互いに直交する3つの方向軸をX、Y、Zとし、前記照明装置からの出射光の光軸と平行な方向をZとしたとき、前記色分離手段は、XZ平面に対しては略垂直に、YZ平面、XY平面に対してはそれぞれ所定角度を成すように色分離面を有し、前記複数のランプユニットおよび前記合成ミラー手段は、前記複数のランプユニットからの出射光が略Y方向に沿って合成されるように、配置されていることが好ましい。

【0024】このように投写型表示装置を構成した場合には、各ランプユニットからの出射光が色分離手段のダイクロイック面の光分離方向と直交する方向に合成されるので、そのダイクロイック面に対して、各ランプユニットからの各出射光が全て等しい入射角で入射する。従って、ダイクロイック面から変調手段に向かって出射される各色光の色ずれを低減できる。このため、明るさが均一で明るさや色むらのない照明光で照明領域を照明することができる。

【0025】また、互いに直交する3つの方向軸をX、Y、Zとし、前記ランプユニットからの出射光の光軸と平行な方向をZとしたとき、前記色合成手段は、ダイクロイック面を備え、前記ダイクロイック面は、XZ平面に対しては略垂直に、YZ平面、XY平面に対しては所定の角度を成すように配置され、前記複数のランプユニットおよび前記合成ミラー手段は、前記複数のランプユニットからの出射光が略Y方向に沿って合成されるよう

に、配置されていることも好ましい。

【0026】このように投写型表示装置を構成した場合においても、各ランプユニットからの出射光が色合成手段のダイクロイック面の光分離方向と直交する方向に合成されるので、そのダイクロイック面に対して、各ランプユニットからの各出射光が全て等しい入射角で入射する。従って、ダイクロイック面から投写光学系に向かって出射される合成光束の色ずれを低減できる。このため、明るさが均一でむらのない投写画像を得ることができる。

【0027】(第2の照明装置、及び、これを用いた投写型表示装置) 本発明の第2の照明装置は、互いに略直交する第1の方向と第2の方向のいずれかに平行な複数の辺を有する略矩形形状の照明領域を照明する照明装置であって、第1および第2のランプユニットと、各ランプユニットからの各出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分をそれぞれ取り出して合成し、ランプユニットの開口縁の直径と略同一幅の照明光を形成する合成ミラー手段と、を有する光源と、前記光源から出射された光束を複数の部分光束に分割するとともに、該複数の部分光束をそれぞれ集光させる複数の小レンズを有する第1のレンズ板と、前記複数の部分光束が入射する複数の小レンズを有する第2のレンズ板と、前記第2のレンズ板から出射された複数の部分光束をそれぞれ互いに偏光方向の異なる2種類の偏光光束に分離する偏光分離手段と、該偏光分離手段によって得られた一方の偏光光束の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と同じとなるように偏光変換する偏光変換手段とを有し、前記複数の部分光束を偏光方向の揃った1種類の複数の偏光光束に変換して出射する偏光発生手段と、前記偏光発生手段から出射された複数の偏光光束を重畠して前記照明領域を照明する重畠手段と、を備えている。そして、前記偏光分離手段は、前記2種類の偏光光束が前記照明領域の前記第1の方向に沿って空間的に分離されるように配置され、前記第1のレンズ板の各小レンズは、前記各小レンズの中心光軸に垂直な平面に投影される形状が略矩形であり、かつ、前記略矩形形状のアスペクト比の値が前記照明領域のアスペクト比の値にほぼ等しく、前記各小レンズから出射される複数の部分光束が前記第2のレンズ板の対応する各小レンズに入射するよう形成され、前記第2のレンズ板の各小レンズは、前記各小レンズの中心光軸に垂直な平面に投影される形状が略矩形であり、かつ、前記略矩形形状のアスペクト比の値は、前記照明領域のアスペクト比の値よりも小さい値を有していることを特徴としている。但し、前記アスペクト比の値は、前記第1の方向に平行な辺の長さに対する前記第2の方向に平行な辺の長さの割合で定義される。

【0028】本発明の第2の照明装置では、第1の照明装置と同様に、ランプユニットを2つ配置するためのス

(7)

11

ペースが必要であるものの、合成ミラー手段によって得られる合成光束の幅は単一のランプユニットの出射光束の幅とほぼ同一である。しかも、合成ミラー手段によって、各ランプユニットにおいて出射光量が多いランプ光軸を含む中心部分の光束が照明光束として利用される。従って、本発明の第2の照明装置が組み込まれた投写型表示装置等においては、照明光の光路として単一のランプユニットを備えた照明装置の場合とほぼ同一幅の光路を配置する空間を確保しておけば良いので、照明装置を除く装置の寸法が増大することはない。また、各ランプユニットの出射光のうちの光量の多い部分を利用して合成光束を形成しているので、出射光量の多い照明光を得ることができ、本発明の第2の照明装置を投写型表示装置に組み込めば、均一で明るい投写画像を形成できる。

【0029】ここで、第2のレンズ板の各小レンズを通過するそれぞれの光束を一まとまりの照明光束として捉え、その照明光束の断面形状のアスペクト比の値に着目する。本発明の第2の照明装置では、第2のレンズ板は、(照明領域のアスペクト比の値にほぼ等しい)第1のレンズ板の小レンズのアスペクト比の値よりも小さい値を有する小レンズで構成されているため、上記一まとまりの照明光束のアスペクト比の値も、第2のレンズ板を第1のレンズ板の小レンズと同じアスペクト比の値を有する複数の小レンズで構成した場合に得られる一まとまりの照明光束のアスペクト比の値よりも小さくなる。すなわち、第2のレンズ板の小レンズのアスペクト比に合わせて、照明光束の断面形状は、第1の方向の長さに対して第2の方向の長さがより短い長方形となっている(上記のように、第2のレンズ板を通過する一まとまりの照明光束において、照明光束の断面形状のアスペクト比が、第2のレンズ板を構成する小レンズのアスペクト比に合わせて変換された照明光束を「圧縮された照明光束」と呼び、第1のレンズ板を構成する小レンズのアスペクト比に合わせて変換された照明光束を「圧縮されていない照明光束」と呼ぶものとする)。

【0030】この照明装置を投写型表示装置に適用した場合には、このように圧縮された照明光束は投写レンズを介して投写面を照明する。圧縮された照明光束の場合には、圧縮されていない照明光束の場合に比べて、投写レンズに照明光束が入射する際の入射角度を小さくでき、かつ投写レンズのレンズ瞳の中心近くにより多くの照明光束を入射させることができる。一般に、レンズにおける光の利用効率は、レンズ瞳の中心に近いほど良く、周辺に近いほど悪くなる傾向にある。したがって、本発明の第2の照明装置を投写型表示装置に適用した場合には、光源からの出射光を効率良く利用することができ、均一で明るい投写画像を表示することができる。

【0031】特に、複数のランプユニットからの出射光は、それらの中心が第2のレンズ板の中心光軸に対して第2の辺の方向にほぼ対称にずれて通過する。上述した

12

ように、レンズにおける光の利用効率は、レンズ瞳の中心に近いほど良く、周辺に近いほど悪くなる傾向にある。また、従来例で説明したように、一つのランプユニットにおいては、光源ランプの光軸を含む中心部分の出射光量が極めて多く、この光源ランプの光軸から離れるに伴って急激に減少するという特徴がある。従って、上記構成の照明装置においては、それぞれのランプユニットからの出射光の第2の方向に沿った幅は、第2のレンズ板の中心光軸を中心に圧縮されるため、上述した理由から、複数のランプユニットのそれぞれからの出射光を効率良く投写レンズに導き入れ、明るい投写画像を実現することができる。

【0032】また、第1のレンズ板の小レンズと同じアスペクト比を有する複数の小レンズで第2のレンズ板を構成した場合に得られる第2のレンズ板の中心光軸に垂直な平面に投影される形状の寸法とほぼ同じ大きさとなるように、第1のレンズ板の小レンズのアスペクト比の値よりも小さい値を有する小レンズを複数並べて第2のレンズ板を構成し、さらに、この第2のレンズ板を構成する小レンズと同数の小レンズを用いて第1のレンズ板を構成すると共に、この第1のレンズ板の中心光軸に垂直な平面に投影される形状の寸法に対応するようにランプユニットのリフレクタを大きくすれば、第1のレンズ板の小レンズのアスペクト比を有する小レンズからなる第2のレンズ板を用いて構成した従来の照明装置と比べて、リフレクタを除く光学系の断面寸法を大きくすることなく、光源ランプから出射される光束の利用量をさらに多くすることができる。

【0033】逆に、圧縮された照明光束を用いて、圧縮されていない照明光束による投写面への出射光量と同等の光量を得るには、第2のレンズ板からの出射光が通過する各光学系において、第2の方向に沿った方向の寸法を小さくすることができるため、照明装置やこの照明装置が組み込まれた投写型表示装置等を小型化することができる。

【0034】また、本発明の第2の照明装置は、第1のレンズ板と、第2のレンズ板と、重疊手段とによって構成されたインテグレータ光学系を有しているので、照明光の照度ムラを低減することができる。また、偏光発生手段を有し、偏光方向が揃ったほぼ1種類の偏光光束のみを照明光として使用することができるため、光源ランプからの出射光束の大部分を利用することが可能となり、光の利用効率を向上させることができる。

【0035】また、第1のレンズ板から出射した複数の部分光束は、それぞれ第2のレンズ板および偏光分離手段の近傍で収束して二次光源像を形成する。偏光分離手段は入射した光束を第1の方向に沿って2種類の偏光光束に分離し、偏光分離手段上には2つの二次光源像が第1の方向に沿って並んで形成される。従って、偏光分離手段の大きさは、第1の方向に沿って並んだ2つの二次

(8)

13

光源像の大きさ、および第2の方向の二次光源像の大きさに対して少なくともほぼ等しいか、または大きいことが望ましい。ここで、第2のレンズ板の各小レンズにおける第1の方向の大きさが偏光分離手段の第1の方向の大きさにほぼ等しいければ、第2のレンズ板の各小レンズおよび偏光分離手段を隙間を作ることなく最も効率良く配置することができる。従って、二次光源像の大きさをほぼ円形な像と近似し、第2のレンズ板の各小レンズと偏光分離手段の配置効率を考慮して、第2のレンズ板の各小レンズのアスペクト比の値を約1/2とすれば、光損失を伴うことなく第2のレンズ板を小型化できる。従って、光源からの出射光を効率良く利用することができ、出射光量の多い照明光を得ることができる。

【0036】また、通常、光源ランプから放射される光をリフレクタによって反射して平行光として出射するようなランプユニットを用いるが、ランプユニットからの出射光はランプ光軸に近いほど出射光の平行性が悪く、ランプ光軸から離れるほど出射光の平行性が良い傾向にある。従って、第2のレンズ板および偏光分離手段の近傍で複数の部分光束によって形成される二次光源像は、第2のレンズ板の中心から離れた位置に形成される二次光源像ほど像の大きさが小さくなる。そこで、前記第2のレンズ板を構成する複数の小レンズの前記第2の方向に沿った複数の列は、前記光源から出射された光束の中心位置に対して離れるに従って、前記各列を構成する各小レンズの前記第2の方向に沿った大きさが小さくなるように調整されていることが好ましい。このような構成とすれば、第2のレンズ板を通過する一まとまりの照明光束の第2の方向の幅をさらに効率良く圧縮することができるので、第2のレンズ板及び偏光発生手段を小型化できると共に、光源からの出射光をさらに効率良く利用することができる。

【0037】なお、前記複数のランプユニットの光源ランプのうち、いずれかを選択点灯可能とすれば、必要に応じて照明光の明るさを多段階に調整できるため、要求される明るさや消費電力量の点で多様な使い方が可能となる。

【0038】また、前記複数のランプユニットの光源ランプから出射される光の波長分布特性がそれぞれ異なるようすれば、照明光の色合いを所定の色合いに設定することができ、カラー投写型表示装置に適用した場合には、その色再現性を向上させることができある。

【0039】以上に述べた照明装置は、投写型表示装置の照明光源として用いることができる。すなわち、投写型表示装置を、上に述べた本発明の第2の照明装置と、前記照明装置からの出射光を画像情報に応じて変調する変調手段と、前記変調手段で得られる変調光束を投写面上に投写する投写光学系とを有する構成とすることができる。上述したように、本発明の第2の照明装置は、光源からの出射光を効率良く利用することができ、出射光

14

量が多い照明光を得ることができる。よって、このように構成した照明装置を投写型表示装置の照明光源として用いることにより、単一のランプユニットを用いた場合とほぼ同程度の装置サイズのままで、投写画像の明るさを向上させることができとなる。

【0040】なお、本発明の第2の照明装置はインテグレータ光学系を備えているので、ランプユニットからの出射光束が光束の断面内でその光強度分布に大きな偏りを有していた場合でも、明るさが均一で明るさや色むらの無い照明光で変調手段を照明することができるため、投写面全体に渡って明るさが均一で明るさや色むらの無い投写画像を得ることができる。

【0041】また、本発明の第2の照明装置は偏光分離手段と偏光変換手段とを有する偏光発生手段を備え、偏光方向の揃ったほぼ1種類の偏光光束によって変調手段を照明することができるため、液晶表示装置のように1種類の偏光光束を用いる変調手段を備えた投写型表示装置において、光源ランプからの出射光束の大部分を利用することが可能となり、極めて明るい投写画像を得ることができる。また、表示に不要な偏光方向の異なる偏光光束が照明光にはほとんど含まれないため、偏光板における光吸収は少なく、従って、偏光板を冷却する冷却装置の大幅な簡略化、小型化が可能となる。

【0042】なお、カラー画像を投写表示するためにには、上記の構成に加えて、照明装置からの出射光を少なくとも2色の色光束に分離する色分離手段と、前記色分離手段により分離された各色光束をそれぞれ変調する複数の前記変調手段と、それぞれの前記変調手段で変調された後の各色の変調光束を合成する色合成手段とを有し、この色合成手段によって得られた合成光束が前記投写光学系を介して投写面上に投写する構成とすれば良い。

#### 【0043】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して本発明の各実施例を説明する。尚、以下の各実施例においては、特に断りのない限り、互いに直交する3つの方向を便宜的にX軸方向(横方向)、Y軸方向(縦方向)、Z軸方向(光軸と平行な方向)とする。

【0044】(第1の実施の形態) 図1は、本発明の第1の照明装置の要部を平面的に見た概略構成図である。本例の照明装置10は、光源部5およびインテグレータ光学系3から基本的に構成されている。光源部5から出射された出射光はインテグレータ光学系3を介して照度ムラの無い均一な照明光として矩形の照明領域4を照明するようになっている。インテグレータ光学系3は、第1のレンズ板31と第2のレンズ板32とフィールドレンズ(結合レンズ)33とを備えている。

【0045】光源部5は、一般的に使用されるランプユニットを2個用いた構成となっている。すなわち、光源部5は、ランプ光軸が直交するように配置した第1のラ

(9)

15

ンプユニット51Aと第2のランプユニット51Bを備えている。各ランプユニット51A、51Bは、同一構成で同一寸法のものであり、光源ランプ511A、511Bと、リフレクタ512A、512Bを備えている。リフレクタ512A、512Bとしては放物面形、楕円面形等のものを使用できる。また、光源部5は、これら一対のランプユニット51A、51Bからの出射光のうちのランプ光軸52、53を含む出射光部分を取り出して合成して照明系のシステム光軸10Lの方向（Z軸方向）に向かう合成光束を形成する合成ミラー光学系55を備えている。

【0046】本例の合成ミラー光学系55は、第1のランプユニット51Aからの出射光を直角に反射してシステム光軸10Lの方向に向ける一対の反射ミラー551、552を備えている。これらの反射ミラー551、552は、第1のランプユニット51Aのランプ光軸52の両側でリフレクタ512Aの開口幅Wの約1/4の範囲に配置されている。同時に、これらの反射ミラー551、552は、第2のランプユニット51Bのランプ光軸53から離れた両側（リフレクタ512Bの開口縁側）におけるリフレクタ512Bの開口幅Wの約1/4の範囲に配置されている。

【0047】従って、第1のランプユニット51Aの出射光のうちのランプ光軸52を含む幅が約1/2Wの中心部分の光は一対の反射ミラー551、552によって反射されて、インテグレータ光学系3の側に向かう。これ以外の出射光の部分は照明光としは利用されない。これに対して、第2のランプユニット51Bの出射光のうちのランプ光軸53を含む幅が約1/2Wの中心部分の光は、そのままインテグレータ光学系3の側に入射する。両側の部分の出射光は一対の反射ミラー551、552によって遮られるので、照明光としては利用されない。

【0048】図2は、放物面形リフレクタを備えたランプユニット51におけるランプ光軸51Lに直交する方向の光量分布曲線Cを示す説明図である。この図に示すように、ランプ光軸51Lを含む中心部分における出射光の光量が極めて多く、ランプ光軸51Lから離れるにつれて光量は急速に減少する。従って、本例のランプユニット51A、51Bのように、ランプ光軸52、53を含む幅が約1/2Wの中心部分の光のみを利用する場合であっても、出射光量の殆どを利用できる。従って、本例の照明装置10は、単一のランプユニットを使用する場合に比べて照明領域の明るさを約1.5倍以上に増加させることができる。

【0049】次に、再び図1を参照して説明すると、この結果、インテグレータ光学系3の第1のレンズ板31には、双方のランプユニット51A、51Bの出射光の中心部分を含む幅約1/2Wの出射光部分が合成されて得られる合成光束が入射する。

16

【0050】図3は、第1のレンズ板31を示す概略斜視図である。この図に示すように、第1のレンズ板31は、複数の微小な矩形レンズ（XY平面における外形形状が矩形状であるレンズ）311をマトリクス状に配列した構造となっている。矩形レンズ311のXY平面上における外形形状は照明領域4の形状と相似形をなすように設定されている。図1に示す第2のレンズ板32は、第1のレンズ板31を構成する矩形レンズと同数の微小レンズ321で構成されている。

【0051】入射した光は各矩形レンズ311によって空間的に分離されて、第2のレンズ板32の各矩形レンズ321の内側に二次光源像を形成する。すなわち、矩形レンズ311の焦点位置は、対応する矩形レンズ321の内側近傍にある。

【0052】第2のレンズ板32に形成された複数の二次光源像は、その出射側に貼り付けられているフィールドレンズ33を介して、照明領域4に重畠結像され、この照明領域4をほぼ均一に照明する。従って、原理的には光源部5からの出射光束は全て照明領域4に入射することになる。尚、第2のレンズ板32を構成する微小レンズ321を偏心レンズとして照明光の重畠機能を持たせるようにすれば、フィールドレンズ33を省略することが可能である。

【0053】このように本例の照明装置10においては、一対のランプユニット51A、51Bにおける出射光量の殆どが利用されて幅Wの出射光束としてインテグレータ光学系3に入射し、インテグレータ光学系3を介して照明領域4をほぼ均一に照度ムラなく照明する。

【0054】ここで、本例の光源部5においては、第1のランプユニット51Aと、一対の反射ミラー551、552とが図1において破線で示すように共通のフレーム上に搭載された一体的に着脱可能なユニット56とされている。これに対して、他方の第2のランプユニット51Bは照明装置10の本体側のフレームに組み付け固定されている。

【0055】従って、本例の照明装置10においては、第1のランプユニット51Aおよび一対の反射ミラー551、552のユニット56を取り外せば、一般的に使用されている単一の光源ランプを備えた光源部を備えた構成となる。この場合、第2のランプユニット51Bの出射光の両側部分を遮っていた一対の反射ミラー551、552が取り除かれるので、当該ランプユニット51Bの出射光がそのままインテグレータ光学系3に入射されることになる。

【0056】以上のように構成した本例の照明装置10は、その光源部5として、一対のランプユニット51A、51Bを備えた構成のものを採用し、各ランプユニットの出射光のうちの出射光量の大きい部分を利用して照明を行うようになっている。従って、照明領域を高い照度で照明できる。

(10)

17

【0057】また、本例の照明装置10では、光源部5を構成している一方のランプユニット51Aと一対の反射ミラー551、552をユニット化してあり、このユニット56を照明装置本体に対して着脱可能としてある。従って、必要に応じて、2個のランプユニットを使用した照度の高い照明と、通常の1個のランプユニットを用いた通常の照明とを選択的に行うことができるので便利である。

【0058】ここで、第1および第2のランプユニット51A、51Bから出射して照明領域4に到る出射光の光路の長さは、第1および第2のランプユニットの間で異なっている。また、第1のランプユニット51Aから出射された光のうち、反射ミラー551により反射されて照明領域4に到る出射光と反射ミラー552により反射されて照明領域4に到る出射光とでは、その光路の長さが異なっている。しかし、本例ではインテグレータ光学系3を用いているので、このように光路の長さに差が生じても、照明領域4を均一にムラなく照明することができる。

【0059】なお、本例においては、各ランプユニットの出射光のうちのランプ光軸を含む約1/2Wの幅の光を利用している。しかし、利用する出射光の範囲は、約1/2Wに限定されるものではなく、例えば、反射ミラー551、552の大きさを変えて7/10Wないし3/10Wにすることもできる。横幅をどの程度にするのか、換言すると、どちらのランプユニットからの出射光をより多くインテグレータ光学系に入射させるかは、使用するランプユニットの出射光量の分布等に応じて適宜設定すべき性質のものである。ただし、一般に、反射ミラー551、552における光の反射損失を考慮すれば、反射ミラーを経ずして直接インテグレータ光学系に光を入射できるランプユニット（本例の場合はランプユニット51B）からの出射光をより多く利用できるように、反射ミラーの大きさを決定することが望ましい。

【0060】また、本例では、同一構成で同一の大きさのランプユニットを使用しているが、異なる大きさのランプユニットを使用しても良い。また、異なる種類のランプユニットを用いても良い。

【0061】さらに、本例では同一種類の光源ランプを備えたランプユニットを使用しているが、例えば、スペクトルの異なる光源ランプを備えたランプユニットを使用すれば、カラー投写型表示装置に適用した場合に、その色再現性を向上できる等の利点もある。図4は、照明装置10における照明光の波長分布特性について示す説明図である。照明装置の波長分布特性（スペクトル特性）は、一般に使用する光源ランプの種類によって種々の特性を示す。例えば、可視光の全域に渡って光出力は得られるが、赤光領域の出力が不足している、という光源ランプが存在する。照明装置10の波長分布特性として、図4（C）に示すように各色光を示す波長領域にお

(10)

18

いて相対出力がほぼ等しい特性が望ましいとする。このとき、ランプユニット51A（光源ランプ511A）の波長分布特性が図4（A）に示すように、赤光領域の相対出力が低い特性を示すものであるとする。このような場合に、図4（B）に示すように、ランプユニット51Bの波長分布特性として赤光領域の相対出力が高くなるように、光源ランプ511Bに使用するランプを選択してやればよい。このようにすれば、照明装置10全体としての照明光は、ランプユニット51Aおよび51Bの和にほぼ等しく、（C）に示すような所望の波長分布特性を示す照明光を得ることが可能である。また、ランプユニットの組み合わせ方によって、赤の色合いの強い照明光や、青の色合いの強い照明光を得ることも可能である。このように、2つのランプユニットの光の特性を組み合わせることによって、種々の特性を示す照明光を得ることができる。なお、図4に示す波長分布特性は、本実施例の効果を説明するための一例に過ぎず、他の種々の分光分布特性を有する光源ランプを使用することが可能である。

【0062】また、2個のランプを使用していれば、使用時に一方のランプが切れた場合でも、照度は低下するものの、そのまま継続して使用できるという利点もある。

【0063】さらに、制御回路50（図1）が、両方の光源ランプを選択的に点灯できる構成とすることも可能である。こうすれば、必要に応じて照明光の明るさを多段階に調整できるため、要求される明るさや消費電力量の点で多様な使い方ができる。図5は、照明装置10の照明光発生モードを示す説明図である。照明装置10は、上述したようにランプユニット51Aおよび51Bの2つの照明光源を備えているので、図5に示すようにモード0からモード3の4種類の照明光発生モードを設定することが可能である。すなわち、モード0はランプユニット51Aおよび51Bの両方とも消灯させ、モード1はランプユニット51Aを点灯させてランプユニット51Bを消灯させ、モード2はランプユニット51Aを消灯させてランプユニット51Bを点灯させ、モード3はランプユニット51Aおよび51Bの両方とも点灯させるモードである。これらの照明モードは、図示しない切換回路によって切り換えられる。この4つのモードを選択して使用することにより、以下で説明するような効果を得ることができる。

【0064】モード3を選択することにより、ランプユニット51Aおよび51Bの両方の照明光により照明領域4を照明するので、光強度の大きな照明光を得ることができる。したがって、ランプユニット51Aおよび51Bのそれぞれの光源ランプ511Aおよび511Bにあまり高出力な光源ランプを使用しなくとも、照明光の強度を増大させることができ、なおかつ光の利用効率を高めることができる。

(11)

19

【0065】通常使用時には、モード1あるいはモード2のどちらか一方を選択し、ランプユニット51Aあるいは51Bのどちらか一方のみの照明光により照明領域4を照明するようにしてもよい。例えば、通常はモード1を選択し、ランプユニット51Aのみを点灯させて、その照明光により照明領域4を照明するようにする。このようにすれば、ランプユニット51Aが故障したりその光源ランプ511Aの寿命などにより照明できなくなった場合にでも、モード2を選択することによりランプユニット51Bの光源ランプ511Bを点灯させて引き続き使用することができる。したがって、照明光学系の寿命を改善することが可能である。

【0066】また、光源ランプ511Aの輝度と光源ランプ511Bの輝度とを変えた設定にしてもよい。例えば、ランプユニット51Aの光源ランプ511Aを通常使用時の輝度とし、ランプユニット51Bの光源ランプ511Bをそれよりも低い輝度に設定しておけば、3段階の光強度の照明光を得ることができる。すなわち、モード1を選択することにより通常の光強度の照明光を、モード3を選択すればより大きな光強度の照明光を、モード2を選択すれば光強度がやや小さな照明光を得ることができる。

【0067】(光源部の変形例)ここで、図6には、光源部5の変形例、すなわち、ランプユニット51A、51Bの配置関係と、合成ミラー光学系の構成との各種の組み合わせ例を示してある。なお、図中矢印の方向は光の出射方向を表わしている。

【0068】この図に示すように、一対のランプユニット51A、51Bの配置関係は、グループA-a、グループ1-a~g、グループ2-a~j、グループ3-a~j、グループ4-d, e, g, hに示すような対向配置、グループB-a, bに示すような直交配置、グループ4-a, b, c, fに示すような同一側の並列配置のうちいずれかを採用することができる。また、対向配置としては、グループA-aに示すように双方のランプユニットのランプ光軸が一致する配置と、グループ1-a~g、グループ2-a~j、グループ3-a~j、グループ4-d, e, g, hに示すように双方のランプ光軸が互いにずれている配置のいずれかを採用することができる。なお、その双方の光軸のずれに関しては、グループ1、2、3、4をそれぞれ比較すれば分かるように、そのずれ量を変更可能である。

【0069】ここで、グループBのように、2つのランプユニット51A、51Bが、それぞれのランプ光軸が互いに交わるように配置された光源部5では、そのランプ光軸が、光源部5からの光の出射方向と交わる位置に配置されているランプユニット51Aと合成ミラー光学系55とをユニット化し、このユニットを着脱可能とすれば、2個のランプユニットを使用した光強度の大きい照明と、通常の1個のランプユニットを用いた通常の照

(11)

20

明とを選択的に用いることができ、便利である。

【0070】また、その他のグループに示すように、双方のランプユニット51A、51Bが光の出射方向と正対しない位置に配置された光源部5では、一方のランプユニットのみを着脱可能とするか、あるいは一方のランプユニットとこのランプユニットからの出射光を反射する反射ミラーとをユニット化して同時に着脱可能とすることにより同様の効果を得ることができる。後者のように、一方のランプユニットとこのランプユニットからの出射光を反射する反射ミラーからなるユニットを取り外した場合に光源部が組み込まれた装置がより軽量化されるという効果がある。

【0071】なお、グループB以外の構成で一方のランプユニットを取り外した場合には、リフレクタの開口縁に近い部分の光が用いられないため、グループBの構成で一方のランプユニットと2枚の反射ミラーとからなるユニットを取り外した場合よりも光量が少なくなることが考えられるが、先に述べたように、リフレクタの開口縁に近い部分の光はわずかであるためそれほど問題とはならない。

【0072】合成ミラー光学系55の構成としては、グループBに示すような一方のランプユニットからの出射光を反射する反射ミラーのみを備えた構成と、他のグループに示すような双方のランプユニットからの出射光を反射する反射ミラーを備えた構成がある。また、反射ミラー551、552の構成としては、グループB-a, bに示すように一方のランプユニットの出射光を反射する反射ミラーが2枚で他方のランプユニットの出射光を反射する反射ミラーが不要な場合、グループA-aに示すように各ランプユニットの出射光を反射する反射ミラーがそれぞれ1枚づつである場合、グループ1-b, c, d、グループ2-a~d等に示すように一方のランプユニットの出射光を反射する反射ミラーが1枚で、他方のランプユニットの出射光を反射する反射ミラーが2枚である場合、グループ1-e, f、グループ2-d~f等に示すように、各ランプユニットの出射光を反射する反射ミラーがそれぞれ2枚づつである場合のいずれかを採用することができる。

【0073】また、ランプユニット51A、51Bのかわりに、利用されない出射光束に対応するリフレクタの部分にサイドカットを施したランプユニット51A'、51B'を採用することも可能である。図7は、サイドカットが施されたランプユニット51A'、51B'を用いて図1に示したような照明装置を構成した場合の一例を示す説明図である。図からわかるように、光源部5'において、リフレクタにサイドカットを施した分だけ2つのランプユニット51A'、51B'及び2枚の反射ミラー551、552の位置をZ方向に移動させることができとなり、ランプユニット51A'と第1のレ

(12)

21

ンズ板31との間の距離が短縮化されている。したがって、光源部5'自体を小型化できるとともに、この光源が組み込まれた装置の小型化も可能となる。また、リフレクタにサイドカットを施すことにより、ランプユニット51A'、51B'の冷却効率を向上させることができ、ランプユニットの温度上昇を抑えることができる。なお、図6にあげた他の組み合わせ例においても図7に示した例と同様にサイドカットが施されたランプユニットを採用することが可能であり、図7に示した例と同様の効果を得ることができる。

【0074】なお、図6に示した組み合わせ例においては、すべて、2つのランプユニットを水平方向(XZ平面に平行な方向)に配置した場合を例に示しているが、垂直方向(YZ平面に平行な方向)に配置するようにしてもよい。

【0075】(第2の実施の形態)図8は、本発明を適用した偏光照明装置の要部を平面的に見た概略構成図である。本例の偏光照明装置60は前述の照明装置10と同一構成の光源部5を備えている。また、2枚のレンズ板、すなわち、第1の光学要素71と集光レンズアレイ720とからなるインテグレータ光学系も備えている。なお、第1の光学要素71、集光レンズアレイ720、結合レンズ760は、図1の第1のレンズ板31、第2のレンズ板32、フィールドレンズ33とはほぼ同じ機能を有する。異なるのは、集光レンズアレイ720と結合レンズ760との間に、光源部5からの偏光方向がランダムな出射光を偏光変換して、偏光方向がほぼ揃った一種類の偏光光に変換するための偏光光学系を備えている点である。

【0076】本例の偏光照明装置60は、基本的に、システム光軸60Lに沿って配置した光源部5と、インテグレータ光学系の機能を備えた偏光発生装置7から構成されている。光源部5から出射された偏光方向がランダムな光束(以下、ランダムな偏光光束と呼ぶ)は、偏光発生装置7により偏光方向がほぼ揃った一種類の偏光光束に変換され、照明領域4に至るようになっている。ここで、光源部5の出射光の光軸Rがシステム光軸60Lに対して一定の距離DだけX軸方向に平行移動した状態となるように、光源部5は配置されている。

【0077】偏光発生装置7は、第1の光学要素71と、第2の光学要素72から構成されている。光源部5の光軸Rは、第1の光学要素71の中心に一致するように、光源部5と第1の光学要素71との位置関係が設定されている。第1の光学要素71に入射した光は、光束分割レンズ711により複数の中間光束712に分割され、同時に光束分割レンズの集光作用により、システム光軸60Lと垂直な平面内(図8ではXY平面)の中間光束が収束する位置に光束分割レンズの数と同数の二次光源像713を形成する。尚、光束分割レンズ711のXY平面上における外形形状は、照明領域4の形状と相

22

似形をなすように設定される。本例では、XY平面上でX方向に長い横長の照明領域を想定しているため、光束分割レンズ711のXY平面上における外形形状も横長である。

【0078】第2の光学要素72は、集光レンズアレイ720、遮光板730、偏光分離ユニットアレイ740、選択位相差板750及び結合レンズ760から大略構成される複合体である。この構成の第2の光学要素72は、第1の光学要素71による二次光源像713が形成される位置の近傍の、システム光軸60Lに対して垂直な平面内(図のXY平面)に配置される。この第2の光学要素72は、中間光束712のそれをP偏光光束とS偏光光束とに空間的に分離した後、一方の偏光光束の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向に揃え、偏光方向がほぼ揃ったそれぞれの光束を一ヶ所の照明領域4に導く機能を有している。

【0079】集光レンズアレイ720は、それぞれの中間光束を偏光分離ユニットアレイ740の特定の場所に集光しながら導く機能を有している。第1の光学要素71の光束分割レンズ711と集光レンズアレイ720の集光レンズ721のレンズ特性は、偏光分離ユニットアレイ740に入射する光の主光線の傾きがシステム光軸60Lと平行であることが理想的である点を考慮して、各々最適化されることが望ましい。

【0080】但し、一般的には、光学系の低コスト化及び設計の容易さを考慮して、第1の光学要素71と全く同じものを集光レンズアレイ720として用いるか、或いは、光束分割レンズ711とXY平面での形状が相似形である集光レンズを用いて集光レンズアレイ720を構成しても良い。本例の場合には、第1の光学要素71と同じものを集光レンズアレイ720として用いている。尚、集光レンズアレイ720は遮光板730や偏光分離ユニットアレイ740から離れた位置(第1の光学要素71に近い側)に配置しても良い。

【0081】図9には遮光板730の外観を示している。この図に示すように、遮光板730は、複数の遮光面731と複数の開口面732がストライプ状に配列して構成されたものである。この遮光面731と開口面732の配列の仕方は後述する偏光分離ユニットアレイ740の偏光分離面741の配列の仕方に対応している。遮光板730の遮光面731に入射した光束は遮られ、開口面732に入射した光束は遮光板730をそのまま通過する。従って、遮光板730は、遮光板730上の位置に応じて透過する光束を制御する機能を有しており、遮光面731と開口面732の配列の仕方は、第1の光学要素71による二次光源像713が後述する偏光分離ユニットアレイ740の偏光分離面741上のみに形成されるように設定されている。遮光板730としては、本例のように平板状の透明体(例えばガラス板)に遮光性の膜(例えばクロム膜、アルミニウム膜、及び、

(13)

23

誘電体多層膜)を部分的に形成したものや、或いは、例えばアルミニウム板のような遮光性の平板に開口部を設けたもの等を使用できる。特に、遮光性の膜を利用して遮光面を形成する場合には、遮光性の膜を集光レンズアレイ720や後述する偏光分離ユニットアレイ740上に直接形成しても同様の機能を発揮させることができる。

【0082】図10は、偏光分離ユニットアレイ740の外観を示す斜視図である。この図に示すように、偏光分離ユニットアレイ740は、複数の偏光分離ユニット770をマトリクス状に配列した構成をしている。偏光分離ユニット770の配列の仕方は、第1の光学要素71を構成する光束分割レンズ711のレンズ特性及びそれらの配列の仕方に応じて構成している。本例においては、全て同じ形状を有する同心系の光束分割レンズ711を用いて、それらの光束分割レンズを直交マトリクス状に配列することで第1の光学要素71を構成しているので、偏光分離ユニットアレイ740も全て同じ形状の偏光分離ユニット770を全て同じ向きに直交マトリクス状に配列することにより構成されている。尚、Y方向に並ぶ同一列の偏光分離ユニットが全て同じ形状である場合には、偏光分離ユニットアレイ740と同じ高さHを有するY方向に細長い偏光分離ユニットを複数本準備し、これらの細長い偏光分離ユニットをX方向に配列して貼り合わせることによって偏光分離ユニットアレイを作製すると、細長い偏光分離ユニット同士のX方向の界面の平坦度を向上させることができる。このように作製された偏光分離ユニットアレイを用いた方が、偏光分離ユニット間の界面における光損失を低減できると共に偏光分離ユニットアレイの製造コストを低減できるという点で有利である。

【0083】図11は、偏光分離ユニット770の外観およびその機能を示す説明図である。この図に示すように、偏光分離ユニット770は、内部に偏光分離面741と反射面742を備えた四角柱状の構造体であり、偏光分離ユニットに入射する中間光束のそれをP偏光光束とS偏光光束とに空間的に分離する機能を有している。偏光分離ユニット770のXY平面上における外形形状は、光束分割レンズ711のXY平面上における外形形状と相似形をなしており、即ち、横長の矩形状である。偏光分離面741と反射面742とは、偏光分離ユニット770の外形形状の長手方向、すなわち横方向(X方向)に並ぶように配置されている。ここで、偏光分離面741はシステム光軸Lに対して約4.5度の傾きをなし、反射面742は偏光分離面と平行な状態をなしている。さらに、偏光分離面741をXY平面上に投影した面積(後述するP出射面743の面積に等しい)と反射面742をXY平面上に投影した面積(後述するS出射面744の面積に等しい)とは等しい。さらに、偏光分離面741が存在する領域のXY平面上での横幅W<sub>1</sub>

10 20 30 40 50

(13)

24

pと反射面742が存在する領域のXY平面上での横幅W<sub>m</sub>とは等しくなり、且つ、それぞれが偏光分離ユニットのXY平面上での横幅W<sub>1</sub>の半分になるように設定されている。尚、一般的に、偏光分離面741は誘電体多層膜で、また、反射面742は誘電体多層膜或いはアルミニウム膜で形成することができる。

【0084】偏光分離ユニット770に入射した光は、偏光分離面741において、進行方向を変えずに偏光分離面741を通過するP偏光光束745と、偏光分離面741で反射され隣接する反射面742の方向に進行方向を変えるS偏光光束746とに分離される。P偏光光束745はそのままP出射面743を経て偏光分離ユニット770から出射され、S偏光光束746は再び反射面742で進行方向を変え、P偏光光束745とほぼ平行な状態となって、S出射面744を経て偏光分離ユニット770から出射される。従って、偏光分離ユニット770に入射したランダムな偏光光束は偏光方向が異なるP偏光光束745とS偏光光束746の二種類の偏光光束に分離され、偏光分離ユニット770の異なる場所(P出射面743とS出射面744)からほぼ同じ方向に向けて出射される。

【0085】再び、図8に基づいて説明する。各偏光分離ユニット770に入射される中間光束712は、偏光分離面741が存在する領域に導かれる必要がある。そのため、偏光分離面741の中央部近傍で中間光束712が二次光源像を形成するように、それぞれの偏光分離ユニット770とそれぞれの集光レンズ721の位置関係やそれぞれの集光レンズ721のレンズ特性が設定されている。特に、本例の場合には、それぞれの偏光分離ユニット770内の偏光分離面741の中央部にそれぞれの集光レンズの中心軸が来るよう配置するため、集光レンズアレイ720は、偏光分離ユニットの横幅W<sub>1</sub>の1/4に相当する距離Dだけ、偏光分離ユニットアレイ740に対してX方向にずらした状態で配置されている。

【0086】遮光板730は偏光分離ユニットアレイ740と集光レンズアレイ720との間にあって、遮光板730のそれぞれの開口面732の中心とそれぞれの偏光分離ユニット770の偏光分離面741の中心がほぼ一致するように配置され、また、開口面732の開口横幅(X方向の開口幅)は偏光分離ユニット770の横幅W<sub>1</sub>の約半分の大きさに設定されている。その結果、偏光分離面741を経ずして反射面742に直接入射する中間光束は、予め遮光板730の遮光面731で遮られるためほとんど存在せず、遮光板730の開口面732を通過した光束はそのほとんど全てが偏光分離面741のみに入射することになる。従って、遮光板730の設置により、偏光分離ユニットにおいて、直接反射面742に入射し、反射面742を経て隣接する偏光分離面741に入射する光束はほとんど存在しないことになる。

(14)

25

【0087】偏光分離ユニットアレイ740の出射面の側には、 $\lambda/2$ 位相差板751が規則的に配置された選択位相差板750が設置されている。即ち、偏光分離ユニット770のP出射面743(図11)の部分にのみ $\lambda/2$ 位相差板751が配置され、S出射面744の部分には $\lambda/2$ 位相差板751は設置されていない。この様な $\lambda/2$ 位相差板751の配置状態により、偏光分離ユニット770から出射されたP偏光光束は、 $\lambda/2$ 位相差板751を通過する際に偏光方向の回転作用を受けS偏光光束へと変換される。一方、S出射面744から出射されたS偏光光束は $\lambda/2$ 位相差板751を通過しないので、偏光方向は変化せず、S偏光光束のまま選択位相差板750を通過する。以上をまとめると、偏光分離ユニットアレイ740と選択位相差板750により、偏光方向がランダムな中間光束は一種類の偏光光束(この場合はS偏光光束)に変換されたことになる。

【0088】選択位相差板750の出射面の側には、結合レンズ760が配置されており、選択位相差板750によりS偏光光束に揃えられた光束は、結合レンズ760により照明領域4へと導かれ、照明領域上で重畠される。ここで、結合レンズ760は1つの独立したレンズ体である必要はなく、第1の光学要素71のように、複数のレンズの集合体であっても良い。

【0089】第2の光学要素72の機能をまとめると、第1の光学要素71により分割された中間光束712(つまり、光束分割レンズ711により切り出されたイメージ面)は、第2の光学要素72により照明領域4上で重畠される。これと同時に、途中の偏光分離ユニットアレイ740により、ランダムな偏光光束である中間光束は偏光方向が異なる二種類の偏光光束に空間的に分離され、選択位相差板750を通過する際にはほぼ一種類の偏光光束に変換される。ここで、偏光分離ユニットアレイ740の入射側には遮光板730が配置され、偏光分離ユニット770の偏光分離面741にだけ中間光束が入射する構成となっているため、反射面742を経て偏光分離面741に入射する中間光束はほとんどなく、偏光分離ユニットアレイ770から出射される偏光光束の種類はほぼ一種類に限定される。従って、照明領域4はほとんど一種類の偏光光束でほぼ均一に照明されることになる。

【0090】上述したように、第1の光学要素71により形成される二次光源像712の大きさは第1の光学要素に入射する光束(照明装置を想定した場合には光源から出射される光束)の平行性に影響される。平行性が悪い場合には寸法の大きな二次光源像しか形成できないため、偏光分離ユニットの偏光分離面を経ずして反射面に直接入射する中間光束が多く存在し、偏光方向の異なる他の偏光光束が照明光束へ混入する現象を避けられない。図8の偏光照明装置60は遮光板730を有しているので、平行性の悪い光束を出射する光源を利用して偏

26

光照明装置を構成する場合に、特に優れた効果を発揮する。

【0091】なお、中間光束のほとんどを偏光分離面741に直接入射できる(すなわち、反射面742に直接入射する中間光束が少ない)場合には、遮光板730を省略することが可能であり、また、光源部からの出射光束の平行性が高い場合には集光レンズアレイ720を省略することが可能である。

【0092】以上説明したように、本例の偏光照明装置10によれば、前述した照明装置10と同様な効果を得ることができる。

【0093】これに加えて、本例の偏光照明装置60では次のような効果を得ることができる。すなわち、光源部5から出射されたランダムな偏光光束を、第1の光学要素71と第2の光学要素72により構成される偏光発生装置7により、ほぼ一種類の偏光光束に変換すると共に、その偏光方向の揃った光束により照明領域4を均一に照明できるという効果を有する。また、偏光光束の発生過程においては光損失を殆ど伴わないため、光源部から出射される光の殆どすべてを照明領域4へと導くことができ、従って、光の利用効率が極めて高いという特徴を有する。さらに、第2の光学要素72内には遮光板730が配置されているため、照明領域4を照明する偏光光束中には偏光方向が異なる他の偏光光束が混じることがほとんどない。従って、液晶装置のように偏光光束を用いて表示を行う変調手段を照明する装置として本発明の偏光照明装置を用いた場合には、従来、変調手段の照明光が入射する側に配置されていた偏光板を不要とできる場合がある。また、従来通りに偏光板を必要とする場合でも、偏光板における光吸収量が非常に少ないと、偏光板及び変調手段の発熱を抑えるのに必要な冷却装置を大幅に小型化することができる。

【0094】尚、本例では、第2の光学要素72を構成する集光レンズアレイ720、遮光板730、偏光分離ユニットアレイ740、選択位相差板750及び結合レンズ760は光学的に一体化されており、これによってそれらの界面において発生する光損失を低減し、光利用効率を一層高める効果が得られている。ここで、「光学的に一体化する」とは、各光学要素が互いに密着していることを意味する。複数の光学要素を接着剤で貼り合わせたり、あるいは、一体成形することによって、光学的に一体化することができる。

【0095】さらに、横長の矩形形状である照明領域4の形状に合わせて、第1の光学要素71を構成する光束分割レンズ711を横長の形状とし、同時に、偏光分離ユニットアレイ740から出射される二種類の偏光光束を横方向(X方向)に分離する形態としている。このため、横長の矩形形状を有する照明領域4を照明する場合でも、光量を無駄にすることなく、照明効率(光利用効率)を高めることができる。

(15)

27

【0096】一般に、偏光方向がランダムな光束をP偏光光束とS偏光光束とに単純に分離すると、分離後の光束全体の幅は2倍に拡がり、それに応じて光学系も大型化してしまう。しかし、本発明の偏光照明装置では、第1の光学要素71により微小な複数の二次光源像713を形成し、それらの二次光源像が存在しない空間に反射面742を配置することにより、2つの偏光光束に分離することに起因して生じる光束の経路の横方向への広がりを吸収しているので、光束全体の幅は殆ど広がらず、小型の光学系を実現できるという特徴がある。

【0097】(第3の実施の形態)次に、上記の構成の偏光照明装置60と基本的に同一構成の偏光照明装置60Aが組み込まれた投写型の表示装置の一例について説明する。尚、本例においては、偏光照明装置からの出射光束を表示情報に基づいて変調する変調手段として透過型の液晶装置を用いている。

【0098】図12は、本発明による投写型表示装置80の光学系の要部を示した概略構成図であり、XZ平面における構成を示している。本例の投写型表示装置80は、偏光照明装置60Aと、白色光束を3色の色光に分離する色分離光学系400と、それぞれの色光を表示情報に基づいて変調し表示画像を形成する3枚の透過型の液晶装置411、412、413と、3色の色光を合成しカラー画像を形成する色合成手段としてのクロスダイクロイックプリズム450と、そのカラー画像を投写表示する投写光学系としての投写レンズ460とから大略構成されている。

【0099】偏光照明装置60Aは、ランダムな偏光光束を一方向に出射する一对のランプユニット51A、51Bを備えた光源部5を有し、この光源部5から出射されたランダムな偏光光束は、偏光発生装置7によりほぼ一種類の偏光光束に変換される。本例の偏光照明装置60Aでは、偏光発生装置7を構成している第1の光学要素71と第2の光学要素72の光軸が互いに直交するように配置し、これらの間にそれぞれに対して45度傾斜させた反射ミラー73が配置されている。これ以外の構成は上記の偏光照明装置60と同一であり、その詳細な説明については省略する。

【0100】この偏光照明装置60Aから出射された光束は、まず、色分離光学系400の青光緑光反射ダイクロイックミラー401において、赤色光が透過し、青色光及び緑色光が反射する。赤色光は、反射ミラー403で反射され、フィールドレンズ415を介して赤光用液晶装置411に達する。一方、青色光及び緑色光のうち、緑色光は、色分離光学系400の緑光反射ダイクロイックミラー402によって反射され、フィールドレンズ416を介して緑光用液晶装置412に達する。なお、フィールドレンズ415、416は、入射した光束がその中心軸に平行な光束となるように変換する機能を有している。

28

【0101】ここで、青色光の光路の長さは他の2色光の光路の長さよりも長いので、青色光に対しては、入射レンズ431、リレーレンズ432、及び出射レンズ433からなるリレーレンズ系を含む導光光学系430を設けてある。即ち、青色光は、緑光反射ダイクロイックミラー402を透過した後に、まず、入射レンズ431を経て反射ミラー435により反射されてリレーレンズ432に導かれ、このリレーレンズに集束された後、反射ミラー436によって出射レンズ433に導かれ、その後、青光用液晶装置413に達する。なお、出射レンズ433は、フィールドレンズ415、416と同様な機能を有している。

【0102】3ヶ所の液晶装置411、412、413は、それぞれの色光を変調し、各色光に対応した画像情報を含ませた後に、変調した色光をクロスダイクロイックプリズム450に入射させる透過型の液晶パネル(「液晶ライトバルブ」とも呼ばれる)である。クロスダイクロイックプリズム450には、赤光反射の誘電体多層膜と青光反射の誘電体多層膜とが十字状に形成されており、それぞれの変調光束を合成しカラー画像を形成する。ここで形成されたカラー画像は、投写レンズ460によりスクリーン470上に拡大投影され、投写画像を形成することになる。

【0103】このように構成した投写型表示装置80では、偏光照明装置として、2個のランプユニット51A、51Bを備えた偏光照明装置60Aを採用しているので、明るい投写画像を形成することができる。

【0104】また、偏光照明装置60Aの駆動回路として、双方のランプユニット51A、51Bを同時に点灯駆動できると共に、これらを選択的に点灯駆動できる回路を用いるようにすれば、それほど照度を必要としない場合等には、一方のランプユニットのみを点灯させる等できるので、使用環境に応じた最適な明るさの投写画像を形成できる。

【0105】さらに、偏光照明装置60Aではランプユニット51Aと反射ミラー551、552を一体で着脱できるように、これらがユニット56とされている。従って、投写型表示装置80を持ち運ぶ場合には、このユニット56を取り外しておけば、その分、装置重量が低減される。この点に関しては、各ランプユニット51A、51Bのバラスト回路部分のそれを別構成とし、着脱可能なランプユニット51Aの側のバラスト回路部分もユニット56に搭載して一体的に着脱できるようになることが望ましい。このようにすれば、ユニット56を取り外したときの装置重量を大幅に低減できとともに、装置のサイズも小型化することができるので、持ち運びに便利となる。

【0106】なお、本例の投写型表示装置80では、一種類の偏光光束を変調するタイプの液晶装置が用いられている。従って、従来の照明装置を用いてランダムな偏

(16)

29

光光束を液晶装置に導くと、ランダムな偏光光束のうちの約半分の光は、偏光板（図示せず）で吸収されて熱に変わってしまうので、光の利用効率が悪いと共に、偏光板の発熱を抑える大型で騒音の大きな冷却装置が必要であるという問題点があった。しかし、本例の投写型表示装置80では、かかる問題点が大幅に改善されている。

【0107】即ち、本例の投写型表示装置80では、偏光照明装置60Aにおいて、一方の偏光光束、例えばS偏光光束に偏光方向が揃った状態とする。それ故、偏光方向の揃ったほぼ一種類の偏光光束が3ヶ所の液晶装置411、412、413に導かれるので、偏光板による光吸収は非常に少なく、従って、光の利用効率が向上し、明るい投写画像を得ることができる。

【0108】特に、照明装置として使用している偏光照明装置60Aにおいては、第2の光学要素72の内部に遮光板730を配置しているため、偏光照明装置60Aから出射される照明光の中に、液晶装置での表示に不要な他の偏光光束が混入することがほとんどない。その結果、3ヶ所の液晶装置411、412、413の光の入射する側にそれぞれ配置された偏光板（図示せず）における光吸収量は極めて少なく、光吸収による発熱量も極めて少なくなることから、偏光板や液晶装置の温度上昇を抑制するための冷却装置を大幅に小型化することができる。

【0109】以上のことから、非常に光出力の大きな光源ランプを用いて、非常に明るい投写画像を表示可能な投写型表示装置を実現しようとした場合にも、小型の冷却装置で対応可能であり、よって冷却装置の騒音を低くすることもでき、静かで高性能な投写型表示装置を実現できる。

【0110】さらに、偏光照明装置60Aでは、第2の光学要素72において、2種類の偏光光束を横方向（X方向）に空間的に分離している。従って、光量を無駄にすることなく、横長の矩形形状をした液晶装置を照明するのに都合が良い。

【0111】さらにまた、本例の偏光照明装置60Aでは、前述したように偏光変換光学要素を組み入れているにもかかわらず、偏光分離ユニットアレイ740を出射する光束の幅の広がりが抑えられている。このことは、液晶装置を照明する際に、大きな角度を伴って液晶装置に入射する光が殆どないことを意味している。従って、Fナンバーの小さな極めて大口径の投写レンズ系を用いなくても明るい投写画像を実現でき、その結果、小型の投写型表示装置を実現できる。

【0112】また、本例では、色合成手段として、クロスダイクロイックプリズム450を用いているので、装置の小型化が可能である。また、液晶装置411、412、413と投写レンズ460との間の光路の長さが短いので、比較的小さな口径の投写レンズ系を用いても、明るい投写画像を実現できる。また、各色光は、3光路

(16)

30

のうちの1光路のみ、その光路の長さが異なるが、本例では光路の長さが最も長い青色光に対しては、入射レンズ431、リレーレンズ432、及び出射レンズ433からなるリレーレンズ系を含む導光光学系430を設けてあるので、色むらなどが生じない。

【0113】尚、2枚のダイクロイックミラーを色合成手段として用いたミラー光学系により投写型表示装置を構成することもできる。勿論、その場合においても本例の偏光照明装置を組み込むことが可能であり、本例の場合と同様に、光の利用効率に優れた明るい高品位の投写画像を形成することができる。

【0114】また、本例では、ランダムな偏光光束から一種類の偏光光束として、S偏光光束を得る構成としているが、勿論、P偏光光束を得る構成としても良い。

【0115】（ランプユニットの変形例）図13および図14には、上記のランプユニット51A、51Bの変形例を示してある。なお、図14は図13に示すランプユニット51Cのランプ光軸54を含むXZ平面における断面を示した図である。これらの図に示すように、本例のランプユニット51Cの基本的な構成は前述したランプユニット51A、51Bと同様であり、光源ランプ511Cとリフレクタ512Cとから構成されている。しかし、本例のランプユニット51Cでは、そのリフレクタ512Cの円形開口515のうち、X軸方向の両側の部分が一対の反射ミラー513、514によって塞がれており、ランプ光軸54を含むX軸方向の開口幅が約1/2Wとされている。反射ミラー513、514の反射面513a、514aは、リフレクタ512Cの反射面の側に形成されている。

【0116】このように構成したランプユニット51Cにおいては、図14に示すように、光量の多い中心部分の出射光はそのまま遮られることなく出射される。しかし、両側部分の出射光の部分は、反射ミラー513、514によって反射される。反射光は、再度、リフレクタ512Cの反射面516で反射されて、ランプ光軸54に近いランプ中心側を通って反射ミラー513、514によって遮られることなく出射する。

【0117】この構成のランプユニット51Cを前述したランプユニット51A、51Bの代わりに使用した場合には、それまで合成ミラー光学系55（図1、図6、図8参照）によって遮られ利用されることのなかったランプ光軸から離れた両側部分からの出射光を、反射ミラー513、514によりリフレクタ側へ戻して再利用することができる。従って、その分、ランプユニットからの出射光束量を増加させることができる。

【0118】（第4の実施の形態）図15は、本発明を適用した更に別の構成の照明装置を用いた投写型表示装置におけるダイクロイックミラーと各ランプユニットとの配列関係を説明する図である。図15（A）および

（B）には、照明装置100からの出射光束のうち、色

(17)

31

光分離光学素子である青光緑光反射ダイクロイックミラー401によって分離された赤色光束が赤光用液晶装置411を照明する様子を模式的に示してある。なお、図15(A)および(B)には、クロスダイクロイックプリズム450、赤光用液晶装置411、青光緑光反射ダイクロイックミラー401、および照明装置100のみを取り出して、これらの光学要素を便宜的に直線状に示してあるが、図12に示した投写型表示装置80と異なる部分はあくまで偏光照明装置60Aを本例の照明装置100に変更した点である。

【0119】図15(A)および(B)に示すように、分離光学素子である青光緑光反射ダイクロイックミラー401は、XZ平面内に対しては略垂直に、YZ平面、XY平面に対しては所定角度を成すように配置されている。

【0120】本例の照明装置100は光源部110を有し、光源部110は同一構成でほぼ同一寸法の第1および第2のランプユニット110A、110Bを備えている。各ランプユニット110A、110Bは、光源ランプ120A、120Bと、放物面形、楕円形、円形等をしたリフレクタ130A、130Bから構成されている。各ランプユニット110A、110Bは、ほぼY軸方向に沿って対向配置配置されている。すなわち、各ランプユニット110A、110Bは、ダイクロイックミラー401で分離され、そこから出射される2つの出射光の方向に対して直交する方向に配列されている。そして、各ランプユニット110A、110Bからの出射光は、反射ミラー140A、140Bで反射されてダイクロイックミラー401の方へ出射される。この照明装置100は、図6に示したグループA-aによる例を示しており、第1の照明装置10の変形例の一つである、

【0121】図17は、青光緑光反射ダイクロイックミラー401の色分離特性を示す説明図である。この図に実線で示すように、青光緑光反射ダイクロイックミラー401は、所定の角度で光が入射すると、その光の赤色光成分(約600nm以上)のみを透過し、その他の光成分(青光成分および緑光成分)を反射する。このような色分離特性は、青光緑光反射ダイクロイックミラー401に対する光の入射角がずれると、その入射角に応じて変化する。このため、青光緑光反射ダイクロイックミラー401に所定の入射角で光を入射させないと、赤光用液晶装置411に導かれる赤色光の色が変化してしまう。

【0122】図16は、各ランプユニット110A、110BをX軸方向に対向して配置したときの各ランプユニットとダイクロイックミラーの配置関係を示す説明図である。この図に示すように、各ランプユニット110A、110BがX軸方向に沿って配列されると、青光緑光反射ダイクロイックミラー401に対する各ランプユニット110A、110Bからの出射光の入射角θA1:

32

、θB1は、ランプユニット110A、110B間で相互に異なると共に、上記所定の角度からずれてしまう。このため、ランプユニット110Aからの出射光に対しては、例えば、図17に点線で示すような色分離特性となり、図17に実線で示したような所望の色分離特性は得られなくなる。また、ランプユニット110Bからの出射光に対しても、図17に一点鎖線で示すような色分離特性となり、同様に、所望の色分離特性は得られなくなる。つまり、各出射光に対する色分離特性が相互に異なることになる。この結果、ダイクロイックミラー401を透過して赤光用液晶装置に411に導かれる赤色光には色ずれが生じることになる。

【0123】これに対して、本例の照明装置100では、図15(A)および(B)に示したように、各ランプユニット110A、110BをほぼY軸方向に沿って対向配置してあるので、各ランプユニット110A、110Bからの出射光を、青光緑光反射ダイクロイックミラー401に対して共に等しい入射角で入射させることができる。このため、各出射光に対する色分離特性を等しくできると共に、所望の色分離特性を得ることができる。従って、赤光用液晶装置411を照明する赤色光の色ずれを低減することができる。

【0124】なお、緑光ダイクロイックミラー402に対しても、青光緑光反射ダイクロイックミラー401と同様に、各ランプユニット110A、110Bからの出射光を共に等しい入射角θで入射させることができるので、緑光用液晶装置412、青光用液晶装置413の照明光の色ずれを低減することができる。よって、本例の照明装置100は、明るさが均一で色ずれの無い照明光を液晶装置に照明することができる。

【0125】さらに、上述したことは、図15(A)および(B)に示したように、ダイクロイックプリズム450の赤光反射ダイクロイック面451、青光反射ダイクロイック面452についても同様である。すなわち、ダイクロイック面451、452に入射する各ランプユニット110A、110Bからの出射光の角度θA2、θB2同志も等しくなる。従って、本例の照明装置100を投写型表示装置に組み込めば、投写画像の色ずれも低減できる。

【0126】また、本例の照明装置100では、前述した実施の形態と同様に2つのランプユニットを備えているので、照明装置全体としての照度も高められている。

【0127】以上のことから、本例の照明装置100を投写型表示装置に組み込めば、投写面全体に渡って明るく均一で色ずれの無い投写画像が得られる投写型表示装置を実現できる。

【0128】また、本例の照明装置100に対して前述したようなインテグレータ光学系や偏光発生装置を更に付加しても勿論良く、この場合には、前述したように、インテグレータ光学系を用いることによる効果、および

(18)

33

偏光発生装置を用いることによる効果を上記の効果に加えて得ることができる。すなわち、投写画像の色ずれの低減に加えて、明るさ向上と照度むらや色むらの低減を実現できる。

【0129】さらに、本例の照明装置100においても、両方の光源ランプを選択的に点灯できる構成としておけば、必要に応じて照明光の明るさを多段階に調整できるため、要求される明るさや消費電力量の点で多様な使い方ができる。特に、本例の照明装置100によれば、一方のランプを使用した場合でも、ダイクロイックミラーやプリズムの分光特性が変化しないので、明るさは低減するものの、色調には変化のない投写画像が得られる点で有利である。また、スペクトルの異なる光源ランプを備えたランプユニットを使用すれば、カラー投写型表示装置に適用した場合には、その色再現性を向上できる等の利点もある。

【0130】なお、本例では、2つのランプユニットをY方向に対向配置した照明装置100を投写型表示装置に適用した場合を例に説明しているが、これに限定されるものではない。要するに、互いに直交する3つの方向軸をX、Y、Zとし、照明装置からの出射光の光軸と平行な方向をZとしたとき、ダイクロイックミラーの色分離面やクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック面は、XZ平面に対しては略垂直に、YZ平面、XY平面に対しては所定角度を成すように配置され、複数のランプユニットおよび前記合成ミラー手段は、複数のランプユニットからの出射光が略Y方向に沿って合成されるように配置されているようにすればよい。

【0131】(第5の実施の形態) 図18は、本発明を適用した更に別の構成の偏光照明装置の概略構成図を示している。本例の偏光照明装置90は偏光照明装置60(図8)と同様に、光源部5と偏光発生装置7'を備えている。但し、ランプユニット51Bは、ランプ光軸51BLがシステム光軸90Lとほぼ一致する向きに配置され、ランプユニット51Aは、ランプ光軸51BLがY軸方向にほぼ平行で、かつその開口部が下方を向ぐように配置されている。偏光発生装置7'は、偏光発生装置7(図8)と同様に、光源部5から出射されたランダムな偏光光束を、ほぼ一種類の偏光光束に変換する共に、その偏光方向の揃った光束により照明領域4をほぼ均一に照明する機能を有している。

【0132】偏光発生装置7'を構成する第1の光学要素71'は、図8に示す第1の光学要素71と同様に、光束分割レンズ711'を4行4列のマトリクス状に配列したレンズアレイである。但し、光束分割レンズ711'は、そのY方向の位置に応じて光束分割レンズ711a'、711b'、711c'、711d'の4種類の矩形レンズが用いられている。各光束分割レンズ711a'、711b'、711c'、711d'は、後述するように、それぞれのレンズから出射した光束をY方

34

向にのみ偏向させるように形成された偏心レンズである。

【0133】第2の光学要素72'は、第2の光学要素72(図8)と同様に、集光レンズアレイ720'、遮光板730'、偏光分離ユニットアレイ740'、選択位相差板750'、および結合レンズ760'を備えている。集光レンズアレイ720'は、集光レンズアレイ720(図8)と同様に、第1の光学要素71'に対応するように集光レンズ721'を4行4列に配列した構成を有している。集光レンズ721'も、光束分割レンズ711'と同様に、そのY方向の位置に応じた偏心量を有する集光レンズ721a'、721b'、721c'、721d'の矩形レンズが用いられている。但し、集光レンズ721'は、光束分割レンズ711'に比べてY方向の大きさが小さく、集光レンズアレイ720'も、第1の光学要素71'に比べてY方向の大きさが小さくなっている。

【0134】偏光分離ユニットアレイ740'は、図8に示す偏光分離ユニットアレイ740と同様に、偏光分離ユニット770'をマトリクス状に配列したものである。偏光分離ユニット770'は、図11に示す偏光分離ユニット770と同様に、入射したランダムな偏光光束をX方向に2種類の偏光光束に分離するように偏光分離面741'と反射面742'がX方向に並ぶように配置されている。但し、偏光分離ユニット770'の大きさは、集光レンズ721'の大きさに対応するよう、図11の偏光分離ユニット770に比べてY方向の大きさが小さくなってしまい、偏光分離ユニットアレイ740'の大きさも、集光レンズアレイ720'に対応するように偏光分離ユニットアレイ740に比べてY方向に小さくなっている。

【0135】遮光板730'および選択位相差板750'は、偏光分離ユニットアレイ740に対する遮光板730および選択位相差板750の関係と同様に、偏光分離ユニットアレイ740'に対応する大きさおよび位置関係で配置されている。また、結合レンズ760'も結合レンズ760に比べて、Y方向の大きさが小さくなっている。

【0136】上記のように、本例の偏光照明装置90は、第1の光学要素71'および第2の光学要素72'における各構成要素の構造に特徴を有しているが、各構成要素の基本的な配置および機能は、図8に示す第1の光学要素71および第2の光学要素72と同様であるため、説明を省略する。以下、第1の光学要素71'および第2の光学要素72'における各構成要素の構造的な特徴について、更に説明を加える。

【0137】光束分割レンズ711'の外形形状は、光束分割レンズ711'で分割された中間光束が最も効率良く照明領域4を照明するように、照明領域4の形状とほぼ相似な形状とされる。本例の偏光照明装置90が投

(19)

35

写型表示装置80(図12)のような投写型表示装置に適用される場合には、照明領域4は、液晶装置411、412、413である。液晶装置411、412、413のアスペクト比(横:縦)は4:3であり、本例の光束分割レンズ711'の縦方向の大きさは、横方向(X方向)の大きさLWの3/4である。一方、集光レンズ721'の横方向の大きさは、光束分割レンズ711'と同じ大きさであるが、縦方向の大きさは、横方向の大きさLWの2/4である。以下、その理由について説明する。

【0138】図19は、光束分割レンズ711'および集光レンズ721'によって形成された光源の二次光源像(光源像)について示す説明図である。図19(A)は、図8に示した偏光照明装置60における集光レンズアレイ720および偏光分離ユニットアレイ740の一部をY方向からみた説明図であり、図19(B)は、Z方向からみた説明図である。なお、図19(B)では、図をわかりやすくするために、集光レンズ721をY方向に少しずらして示しているが、実際にはほとんど離れていない。集光レンズ721を通過した中間光束712は、光束分割レンズ711および集光レンズ721によって、偏光分離ユニット770の内部に構成された偏光分離面741上のほぼ中心位置に集光され、偏光分離面741上には二次光源像713が形成される。また、偏光分離面741のX方向近傍位置に構成された反射面742上にも同様に、二次光源像713とほぼ同じ大きさの二次光源像713'が形成される。なお、偏光分離ユニット770の入射面から出射面までの幅が小さいので、偏光分離ユニット770における入射光束および出射光束の断面の大きさも、二次光源像713とほぼ同じである。従って、以下では、それらの入射光束および出射光束の断面の大きさを、二次光源像713の断面の大きさに置き換えて説明する。

【0139】中間光束712を収束させない状態でP偏光光束とS偏光光束とに単純に分離すると、分離後の光束全体の幅は2倍に拡がり、それに応じて光学系も大型化してしまう。そこで、偏光照明装置60では、上記説明のように、複数の中間光束712を集光させることによって発生した光の存在しない空間を利用して、偏光分離ユニット770の反射面742を配置し、光学系の大型化を防止している。偏光照明装置60では、装置の小型化を考慮して、図19(B)に示すように、偏光分離面741をXY平面上に投影した領域のX方向の大きさは、二次光源像713および713'をXY平面上に投影したときのX方向の大きさにほぼ等しく、かつ集光レンズ721のX方向の大きさLWの1/2にほぼ等しい大きさとしている。同様に、反射面741をXY平面上に投影した領域のX方向の大きさも、LWの1/2にほぼ等しい大きさとしている。なお、偏光分離面741をXY平面上に投影した領域のY方向の大きさは、集光レ

(19)

36

ンズ721のY方向の大きさ(LW・3/4)にほぼ等しい大きさとしている。また、同様に、反射面741が存在する領域のXY平面上におけるY方向の大きさも、大きさ(LW・3/4)にほぼ等しい大きさとしている。

【0140】このとき、XY平面上に投影される二次光源像713および713'の断面形状がほぼ円形であるとすると、図19(B)に示すように、偏光分離ユニット770のY方向の領域において、上端および下端からそれぞれY方向に大きさLWの1/8だけ離れた位置までの領域がほとんど利用されていない(この領域には光が存在しない)ことになる。言い換えると、集光レンズ721および偏光分離ユニット770は、Y方向にそれぞれ大きさLWの1/4に相当する大きさだけ小さくすることができる。本例の偏光照明装置60では、上記理由に基づいて、図19(C)に示すように、集光レンズ721'のY方向の大きさを、図19(B)に示す集光レンズ721のY方向の大きさ(LW・3/4)よりも(LW・1/4)だけ小さくしている。すなわち、集光レンズ721'のY方向の大きさをLW/2としている。

【0141】上記理由によって、集光レンズ721'のY方向の大きさを小さくできるため、集光レンズアレイ720'も全体的にY方向に小さくすることが可能である。但し、このような集光レンズアレイ721'を適用するためには、更に、集光レンズ721'および光束分割レンズ711'を、以下に説明するような形状に成形する必要がある。

【0142】図20は、光束分割レンズ711'および集光レンズ721'の構造について示す説明図である。光束分割レンズ711'は、普通の同心レンズ700を、X方向は光軸LCを中心に大きさLWの幅で切断し、Y方向は図20(A)に示す2つの位置711a', 711b'のいずれかで切断した矩形レンズであり、レンズ中心と光軸との位置関係がそれぞれY方向に異なった偏心レンズである。第1の光束分割レンズ711a'は、同心レンズ700のレンズ中心(光軸)LCの位置と、レンズ中心LCからY方向上方に距離(LW・3/4)だけ離れた位置を含むXZ平面で切断したものである。第2の光束分割レンズ711b'は、レンズ中心LCからY方向下方に距離(LW/4)だけ離れた位置と、レンズ中心LCからY方向上方に距離(LW・2/4)だけ離れた位置を含むXZ平面で切断したものである。なお、図18(B)に示されている他の光束分割レンズ711c'および711d'は、光束分割レンズ711a'および711b'を上下反転させたものに等しい。

【0143】集光レンズ721'は、普通の同心レンズ700を、X方向は光軸LCを中心に大きさLWの幅で切断し、Y方向は図20(B)に示す2つの位置721

(20)

37

$a'$ ,  $721b'$  のいずれかで切断した矩形レンズであり、レンズ中心と光軸との位置関係がそれぞれY方向に異なった偏心レンズである。第1の集光レンズ $721a'$ は、レンズ中心LCからY方向下方に距離(LW/8)だけ離れた位置と、レンズ中心LCからY方向下方に距離(LW·5/8)だけ離れた位置を含むXZ平面で切断したものである。第2の集光レンズ $721b'$ は、レンズ中心LCからY方向下方に距離(LW·3/8)だけ離れた位置と、レンズ中心LCからY方向上方に距離(LW/8)だけ離れた位置を含むXZ平面で切断したものである。なお、図18(B)に示されている他の集光レンズ $721c'$ および $721d'$ は、集光レンズ $721a'$ および $721b'$ を上下反転させたものに等しい。

【0144】図21は、光束分割レンズ $711'$ および集光レンズ $721'$ のY方向の位置関係を示す説明図である。光束分割レンズ $711a'$ と対応する集光レンズ $721a'$ とは、光束分割レンズ $711a'$ のレンズ中心 $711a'$ (GC)の位置と集光レンズ $721a'$ の光軸 $721a'$ (OC)の位置とが一致するとともに、光束分割レンズ $711a'$ の光軸 $711a'$ (OC)の位置と集光レンズ $721a'$ のレンズ中心 $721a'$ (GC)の位置とが一致するように配置されている。同様に、光束分割レンズ $711b'$ と対応する集光レンズ $721b'$ とは、光束分割レンズ $711b'$ のレンズ中心 $711b'$ (GC)の位置と集光レンズ $721b'$ の光軸 $721b'$ (OC)の位置とが一致するとともに、光束分割レンズ $711b'$ の光軸 $711b'$ (OC)の位置と集光レンズ $721b'$ のレンズ中心 $721b'$ (GC)の位置とが一致するように配置されている。

【0145】光束分割レンズ $711a'$ に入射した光束は、光束分割レンズ $711a'$ によって中間光束 $712a'$ に分割されるとともに、対応する集光レンズ $721a'$ のほぼ中心を通過するように偏向される。なお、光束分割レンズ $711a'$ で分割された中間光束 $712a'$ は、説明を容易にするため、その主光線のみを示している。偏向された中間光束 $712a'$ は、集光レンズ $721a'$ を通過すると、光束分割レンズ $711a'$ 入射時の光束の進行方向に平行となるように、すなわち、主光線が光源光軸90Rにほぼ平行となるように偏向される。従って、中間光束 $712a'$ が集光レンズ $721a'$ から出射される位置は、中間光束 $712a'$ が光束分割レンズ $711a'$ に入射する位置よりも光源光軸90R側にずれている。同様に、中間光束 $712b'$ についても、集光レンズ $721b'$ から出射される位置は、光束分割レンズ $711b'$ に入射する位置よりも光源光軸90R側にずれることになる。上記のように、第1の光学要素 $71'$ および集光レンズアレイ $720'$ の偏向作用によって、光束分割レンズ $711'$ から出射した複数の中間光束 $712'$ は、光源光軸90Rに向かってY

38

方向に平行シフトし、集光レンズアレイ $720'$ を通過した光束全体としては、光源光軸90Rを中心に第1の光学要素 $71'$ に入射した光束に対してY方向に圧縮された光束となる。つまり、光束全体を一まとまりと見なした場合の光束の断面寸法に着目すると、Y方向にのみその寸法が小さくなっている。このように、光束分割レンズ $711'$ および集光レンズ $721'$ を、それぞれ適切な偏心レンズとともに、適切な位置関係に配置することによって、集光レンズアレイ $720$ (図8)に比べて全体的にY方向の寸法を小さくした集光レンズアレイ $720'$ を利用することが可能である。

【0146】本例の偏光照明装置90によれば、以下のような効果が得られる。図22は、偏光照明装置90を投写型表示装置に適用した場合における投写レンズ460に入射する光について示す説明図である。図22(A)は、投写レンズ460の機能について示す模式図であり、加えて集光レンズアレイ $720$ との位置関係を示している。投写レンズ460は、図22(A)に示すレンズ瞳 $460e$ に入射した光のみを有効に投写することができ、レンズ瞳 $460e$ よりも外側に入射した光を投写することができない。さらに、レンズ瞳 $460e$ の位置によって投写可能な入射角度(「呑み込み角」と呼ばれることがある)が変化する。この入射角度は、レンズ瞳 $460e$ の中心ほど大きく、周辺にいくほど小さくなる傾向にあるため、投写レンズにおける光の利用効率は、レンズの中心が最も良く、周辺にいくほど悪くなる傾向にある。

【0147】図22(B)は、偏光照明装置90と同様に、図12に示した投写型表示装置80における偏光照明装置60Aのランプユニット51Bをそのランプ光軸51BLがシステム光軸90Lと一致する向きに配置し、ランプユニット51Aをそのランプ光軸51BLがY軸方向に平行で、かつその開口部が下方を向くように配置されている場合において、ランプユニット51Aおよびランプユニット51Bからの出射光が集光レンズアレイ $720$ を通過して投写レンズ460の瞳 $460e$ に入射した際の光の強度分布 $51ALP$ 、 $51BLP$ を示している。なお、光の強度分布 $51ALP$ および $51BLP$ は、等高線で示されている。図に示すように、ランプユニット51Bによる光の強度分布 $51BLP$ の分布中心は、投写レンズの中心 $460L$ を中心としている。一方ランプユニット51Aによる光の強度分布 $51ALP$ は、その分布中心を含むXY平面で2つの分布 $51ALP_1$ および $51ALP_2$ に分割され、ランプユニット51BLの光の強度分布 $51BLP$ のY方向外側に分布している。なお、ランプユニット51Aをそのランプ光軸51BLがX軸方向に平行で、その開口部がX方向を向くように配置されている場合には、ランプユニット51Aおよびランプユニット51Bによる光の強度分布 $51ALP$ および $51BLP$ は、図22(B)に示した図を

(21)

39

ほぼ90度回転させた分布になる。ランプユニット51Aおよび51Bの光の強度分布51ALPおよび51BLPは、前述(図4参照)したように、それらの分布中心51ALC(光の強度分布51ALP1および51ALP2の分布中心は、51ALC1および51ALC2)および51BLC付近が最も強く、周辺にいくほど急激に減少する傾向にある。

【0148】一方、投写レンズの光の利用効率は、上述したように、そのレンズ中心が最も良く、周辺にいくほど悪くなる傾向にある。従って、照明装置の光源として2つのランプユニットを用いた場合には、照明装置としての照明光の光量は全体として増加するものの、投写型表示装置全体としての光の利用効率はあまり良くはない。

【0149】本例の偏光照明装置90を適用した投写型表示装置では、図22(C)に示すように、第1の光学要素71'および集光レンズアレイ720'によって、ランプユニット51Aおよび51Bによる光の強度分布51ALP'および51BLP'(51ALP1'、51ALP2')は、図22(B)における光の強度分布51ALPおよび51BLPに比べて、投写レンズの中心460Lを中心にY方向に圧縮されている。従って、それぞれの分布中心51ALC'および51BLC'も、図22(B)におけるそれぞれの分布中心51ALCおよび51BLCの位置に比べて、投写レンズの中心460Lにより近い位置に存在することになる。従つて、本例の偏光照明装置90を適用した投写型表示装置は、偏光照明装置60Aのような照明装置を適用した投写型表示装置に比べて、投写レンズにおける光の利用効率を向上させることができ、より明るい投写画像を投写表示することができる。

【0150】また、図22(C)に示した斜線部分にも、集光レンズ721'を配列し、これに対応するように、光束分割レンズ711'の配列数を増やし、ランプユニット51Aや51Bを大きくすると共に、対応する反射ミラー551、552を大きくするようすれば、さらに明るい投写画像を投写表示することができる。

【0151】図23に示す集光レンズアレイ720"のように、X方向周辺部の集光レンズ721"を、中央部の集光レンズ721'よりもさらにY方向に小さくするようにすることもできる。図24は、図12に示した投写型表示装置80における偏光照明装置60Aのランプユニット21Aおよび21BをY方向に配列した場合において、集光レンズアレイ720'の近傍に形成される複数の中間光束の実際の二次光源像の寸法形状を示したものである。図24に示すように、その形成位置に依存して二次光源像の寸法と形状は異なっており、ランプ中心に近い光束の二次光源像ほど大きく、ランプ中心から離れた光束の二次光源像ほど小さくなっている。従つて、ランプユニット51Aおよび51Bのランプ中心5.

40

1ALC'(51ALC1'、51ALC2')および51BLC'から離れた位置にある周辺部の集光レンズ721"を、図23に示すようにY方向にさらに小さくすれば、これらの矩形レンズを通過した光束に対する投写レンズの利用効率をさらに向上させることができ、さらに明るい投写画像を投写表示することができる。もちろん、図18に示した集光レンズアレイ720'は、4列の矩形レンズのうち左右一列のみを小さくした例を示しているが、これに限定されるものではなく、二次光源像の大きさによって、列毎に大きさを変えるようにしてもよい。

【0152】なお、本例の偏光照明装置90においては、光束分割レンズ711'のアスペクト比が4:3の場合に、集光レンズ721'のアスペクト比を2:1にした場合を例に示しているが、これに限定されるものではない。要するに、光束分割レンズによって集光されて偏光分離ユニットの偏光分離面、反射面に形成される二次光源像の殆どすべてを少なくとも含むように、光束分割レンズのアスペクト比に比べて集光レンズのアスペクト比を小さくするようにすればよい。

【0153】なお、各ランプユニット51Aおよび51Bとして、図7に示すようなサイドカットの施されたリフレクタを備えたランプユニットを使用しても、上記と同様の効果を得ることができる。

【0154】また、本例の偏光照明装置90においても、第2の実施の形態(図8)の偏光照明装置60と同様にインテグレータ光学系や偏光発生装置を備えているので、第2の実施の形態で説明したように、インテグレータ光学系を用いることによる効果、および偏光発生装置を用いることによる効果を得ることができる。

【0155】また、本例の偏光照明装置90においても、両方の光源ランプを選択的に点灯できる構成としておけば、必要に応じて照明光の明るさを多段階に調整できるため、要求される明るさや消費電力量の点で多様な使い方ができる。

【0156】また、例えば、スペクトルの異なる光源ランプを備えたランプユニットを使用すれば、カラー投写型表示装置に適用した場合には、その色再現性を向上できる等の利点もある。

【0157】なお、本例では、ランプユニット51Bは、ランプ光軸51BLがシステム光軸90Lと一致する向きに配置され、ランプユニット51Aは、ランプ光軸51BLがY軸方向に平行で、かつその開口部が下方を向くように配置されている場合を例に説明しているが、これに限定されるものではない。要するに、2つのランプユニットおよび合成ミラーを、各ランプユニットからの出射光が照明領域の長手方向(横方向)に垂直な方向(縦方向)に沿って合成されるように配置するようすればよい。そして、集光レンズアレイ(第2のレンズ板)の縦方向の大きさを光束分割レンズアレイ(第1

(22)

41

のレンズ板) のそれに対して小さくするようすればよい。すなわち、図6に示したような、2つのランプユニットの種々の配置関係も可能である。

【0158】(本発明のその他の実施の形態) 上述した第3の実施の形態では偏光照明装置60と同一構成の偏光照明装置60Aが組み込まれた投写型表示装置80について説明したが、投写型表示装置80の照明装置60Aの代わりに図1に示されたように照明装置10を採用することも可能である。さらに、図6、図7に示されたような光源部を有する照明を有する照明装置を採用することも可能である。特に、図7に示された光源部5'を投写型表示装置80の光源部5の代わりに採用すれば、光源部自体が小型であるため投写型表示装置を小型化することが可能となる。

【0159】また、上述の各実施の形態では透過型の液晶装置を用いた投写型表示装置に本発明の照明装置を採用了した例についてのみ説明を行ったが、本発明の照明装置は反射型の液晶装置を用いた投写型表示装置にも同様に適用することができる。

【0160】さらに、投写型の表示装置には、投写面を観察する側から画像を投写するフロント型と、投写面の観察する側とは反対の方向から画像を投写するリア型のものが存在するが、本発明はいずれにも適用することが可能である。

【0161】なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図2】図1の光源部の各ランプユニットにおけるランプ光軸に直交する方向の出射光量分布を示す説明図である。

【図3】図1のインテグレータ光学系を構成している第1のレンズ板の構成を示す概略斜視図である。

【図4】図1の照明装置における照明光の波長分布特性について示す説明図である。

【図5】図1の照明装置における照明光発生モードを示す説明図である。

【図6】図1の光源部を構成している一対のランプユニットの配置関係と、合成ミラー光学系の構成との組み合わせからなる変形例を示すための説明図である。

【図7】サイドカットが施されたランプユニットを用いて構成された照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る偏光照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図9】図8の遮光板の斜視図である。

【図10】図8の偏光分離ユニットアレイの斜視図である。

42

【図11】図8の偏光分離ユニットアレイを構成している偏光分離ユニットを取り出してその機能を説明するための図である。

【図12】本発明の第3の実施の形態に係る投写型表示装置の光学系を示す概略構成図である。

【図13】ランプユニットの変形例を示す概略斜視図である。

【図14】図13のランプユニットの断面図である。

【図15】各ランプユニットをY軸方向に対向して配置したときの各ランプユニットとダイクロイックミラーの配置関係を示す説明図である。

【図16】各ランプユニットをX軸方向に対向して配置したときの各ランプユニットとダイクロイックミラーの配置関係を示す説明図である。

【図17】青光緑光反射ダイクロイックミラーの色分離特性を示すグラフである。

【図18】本発明の第5の実施の形態に係る偏光照明装置の光学系を示す概略構成図である。

【図19】図18の光束分割レンズおよび集光レンズによって形成された光源の二次光源像について示す説明図である。

【図20】図18の光束分割レンズおよび集光レンズの構造について示す説明図である。

【図21】図18の光束分割レンズおよび集光レンズのy方向の位置関係を示す説明図である。

【図22】図18の照明装置を投写型表示装置に適用した場合における投写レンズに入射する光について示す説明図である。

【図23】図18の集光レンズアレイの他の構成例を示す説明図である。

【図24】図18の集光レンズアレイの近傍に形成される複数の中間光束の実際の二次光源像について示す説明図である。

#### 【符号の説明】

10…照明装置

10L…システム光軸

3…インテグレータ光学系

31…第1のレンズ板

311…矩形レンズ

32…第2のレンズ板

321…微小レンズ

33…フィールドレンズ

4…照明領域

5, -5'…光源部

51…ランプユニット

51A, 51A'…ランプユニット

51B, 51B'…ランプユニット

511A, 511B…光源ランプ

512A, 512B…リフレクタ

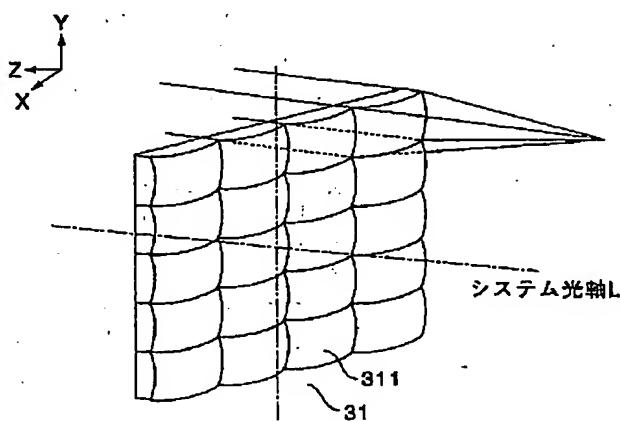
52, 53…ランプ光軸

(23)

43

- 5 5 …合成ミラー光学系  
 5 5 1, 5 5 2 …反射ミラー  
 5 6 …着脱可能なユニット  
 5 1 C …ランプユニット  
 5 1 L …ランプ光軸  
 5 1 1 C …光源ランプ  
 5 1 2 C …リフレクタ  
 5 1 5 …円形開口  
 5 1 3, 5 1 4 …反射ミラー  
 5 4 …ランプ光軸  
 5 1 3 a, 5 1 4 a, 5 1 6 …反射面  
 6 0 …偏光照明装置  
 6 0 A …偏光照明装置  
 6 0 L …システム光軸  
 9 0 …偏光照明装置  
 9 0 L …システム光軸  
 7, 7' …偏光発生装置  
 7 1, 7 1' …第1の光学要素  
 7 1 1, 7 1 1' …光束分割レンズ  
 7 1 1 a', 7 1 1 b', 7 1 1 c', 7 1 1 d' …光束 分割レンズ  
 7 2, 7 2' …第2の光学要素  
 7 2 0, 7 2 0' , 7 2 0" …集光レンズアレイ  
 7 2 1, 7 2 1', 7 2 1" …集光レンズ  
 7 2 1 a', 7 2 1 b', 7 2 1 c', 7 2 1 d' …集光 レンズ  
 7 3 0, 7 3 0' …遮光板  
 7 3 1 …遮光面  
 7 3 2 …開口面  
 7 4 0, 7 4 0' …偏光分離ユニットアレイ  
 7 7 0, 7 7 0' …偏光分離ユニット  
 7 4 1, 7 4 1' …偏光分離面  
 7 4 2, 7 4 2' …反射面  
 7 4 3 …P出射面

【図3】



44

- 7 4 4 …S出射面  
 7 4 5 …P偏光光束  
 7 4 6 …S偏光光束  
 7 5 0, 7 5 0' …選択位相差板  
 7 6 0, 7 6 0' …結合レンズ  
 7 1 2, 7 1 2' …中間光束  
 7 1 3, 7 1 3' …二次光源像  
 7 3 …反射ミラー  
 7 5 1, 7 5 1' …λ/2位相差板  
 8 0 …投写型表示装置  
 4 0 0 …色分離光学系  
 4 0 1 …青光緑光反射ダイクロイックミラー  
 4 0 2 …緑光反射ダイクロイックミラー  
 4 0 3 …反射ミラー  
 4 1 1 …赤光用液晶装置 (透過型)  
 4 1 2 …緑光用液晶装置 (透過型)  
 4 1 3 …青光用液晶装置 (透過型)  
 4 3 0 …導光光学系  
 4 3 1 …入射レンズ  
 4 3 2 …リレーレンズ  
 4 3 3 …出射レンズ  
 4 3 5, 4 3 6 …反射ミラー  
 4 5 0 …クロスダイクロイックプリズム  
 4 5 1 …赤光反射ダイクロイック面  
 4 5 2 …青光反射ダイクロイック面  
 4 6 0 …投写レンズ  
 4 7 0 …スクリーン  
 1 0 0 …照明装置  
 1 1 0 …光源部  
 1 1 0 A, 1 1 0 B …ランプユニット  
 1 1 0 A L, 1 1 0 B L …ランプ光軸  
 1 2 0 A, 1 2 0 B …光源ランプ  
 1 3 0 A, 1 3 0 B …リフレクタ

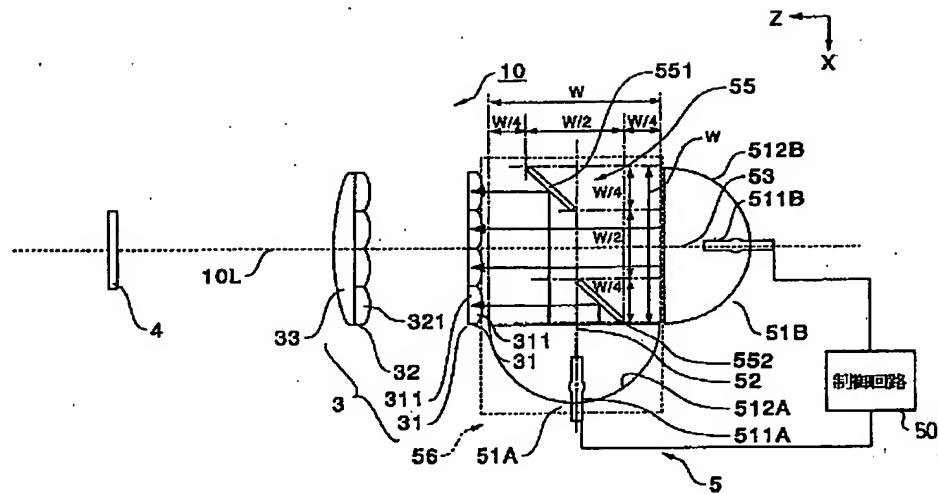
【図5】

## 照明光発生モード

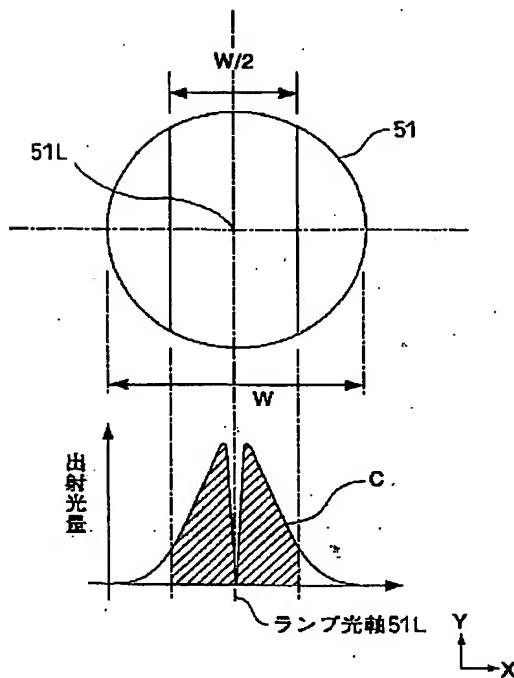
モード	ランプユニット 51A	ランプユニット 51B
0	消灯	消灯
1	点灯	消灯
2	消灯	点灯
3	点灯	点灯

(24)

【図1】

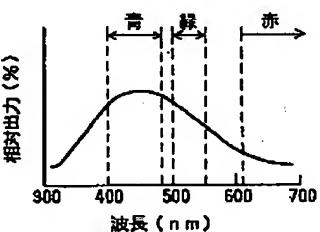


【図2】

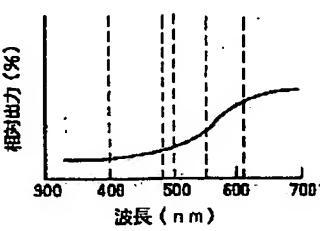


【図4】

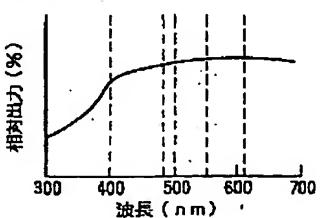
(A) ランプユニット 51A からの出射光の波長分布特性



(B) ランプユニット 51B からの出射光の波長分布特性

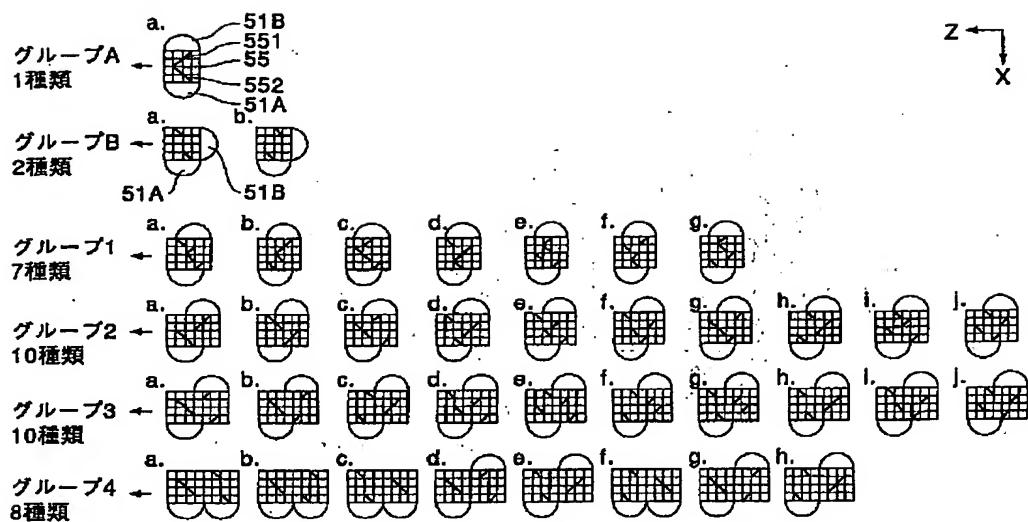


(C) 照明装置 10 からの出射光の波長分布特性

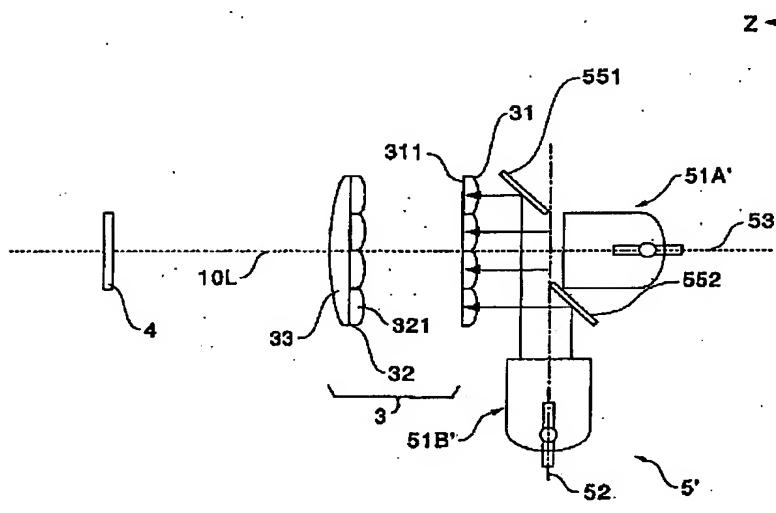


(25)

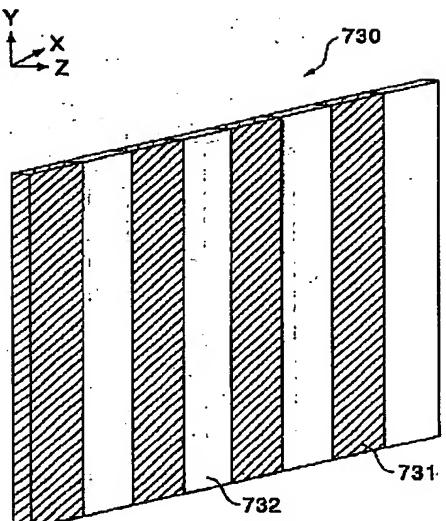
【図6】



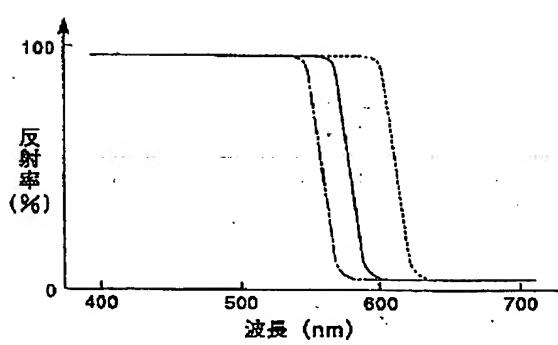
【図7】



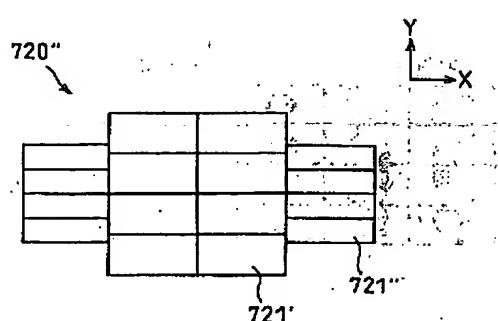
【図9】



【図17】

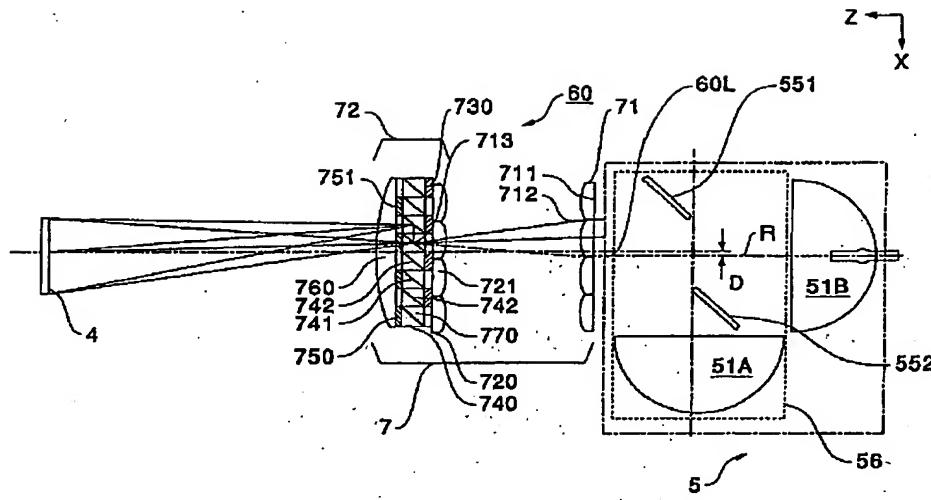


【図23】

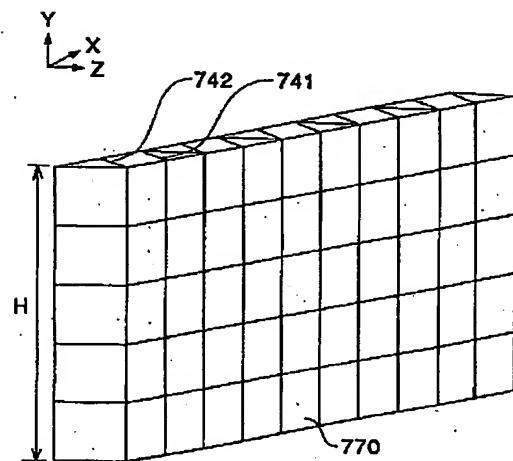


(26)

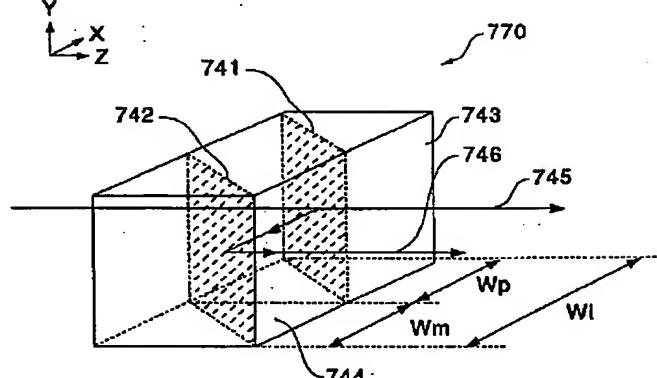
【図8】



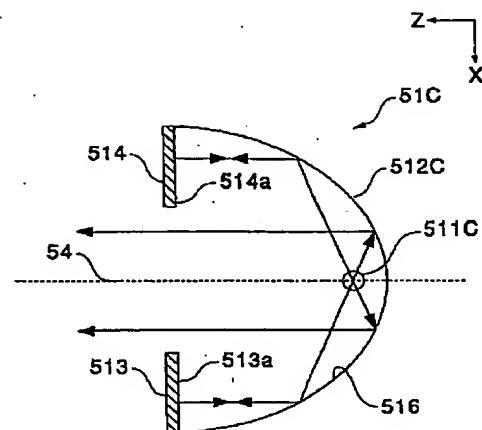
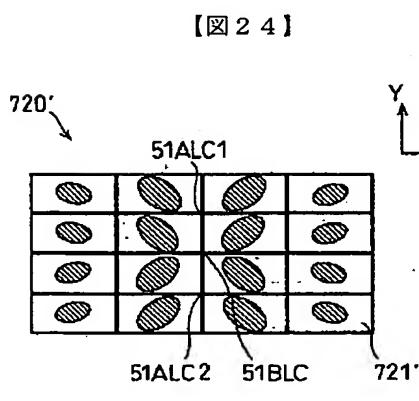
【図10】



【図11】

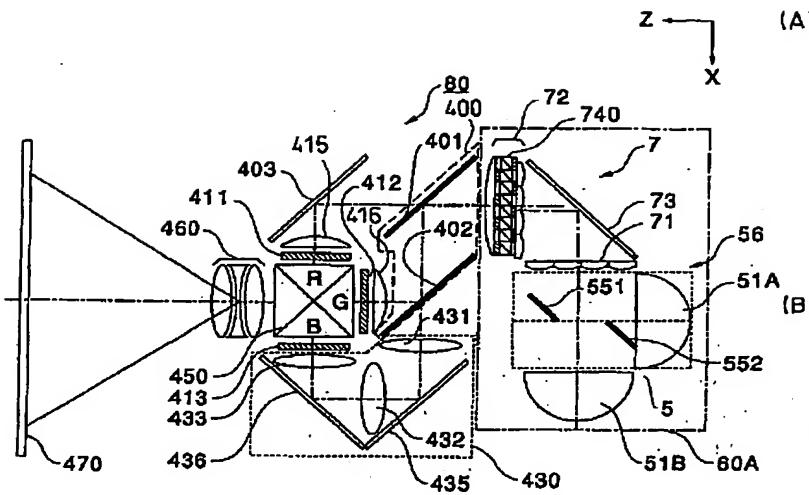


【図14】

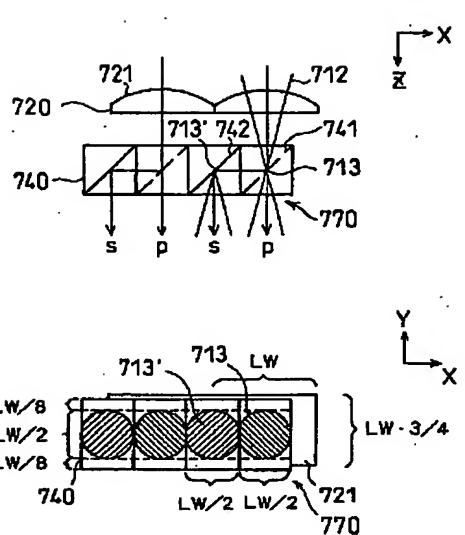


(27)

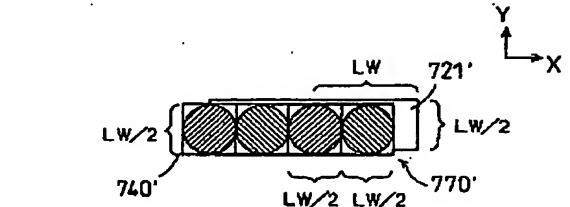
【図12】



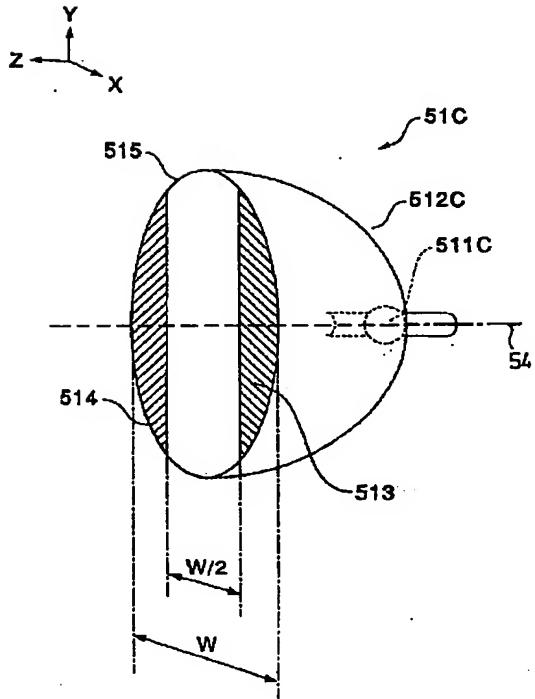
【図19】



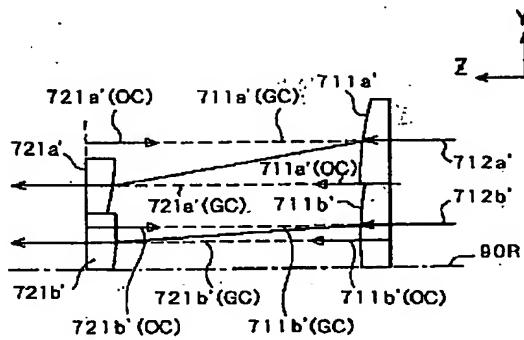
(C)



【図13】

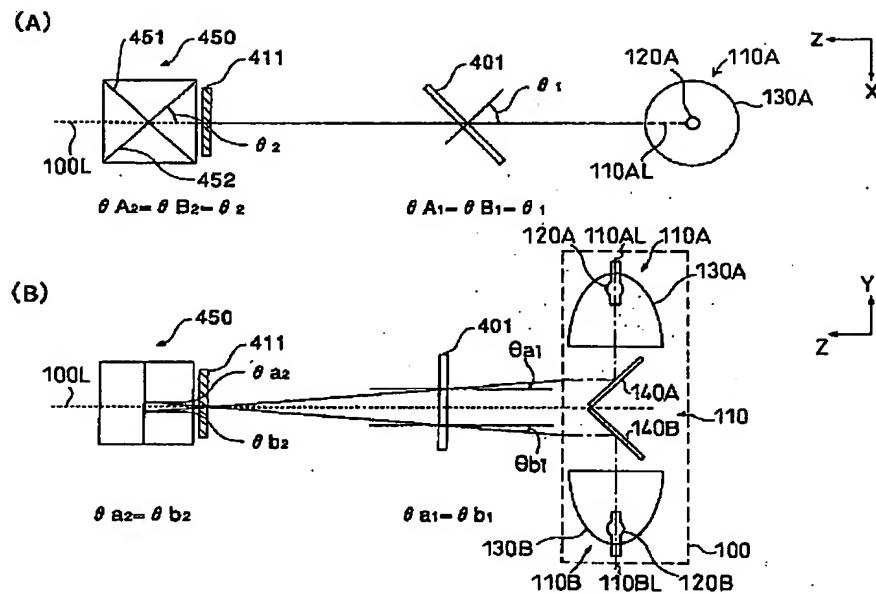


【図21】

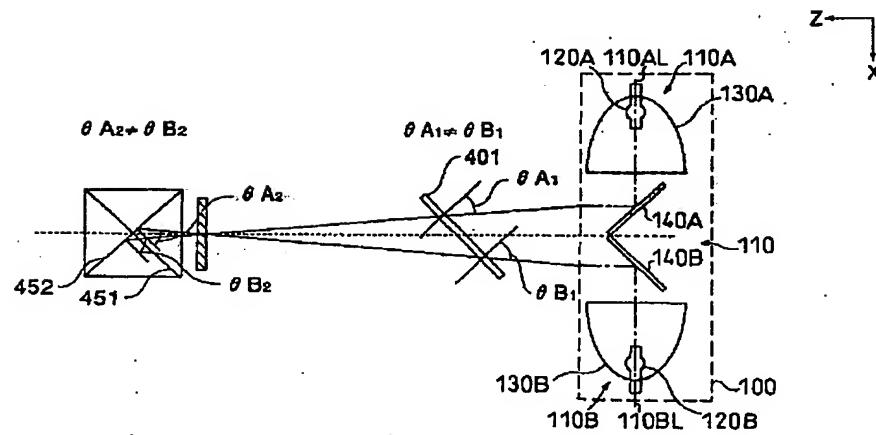


(28)

【図15】

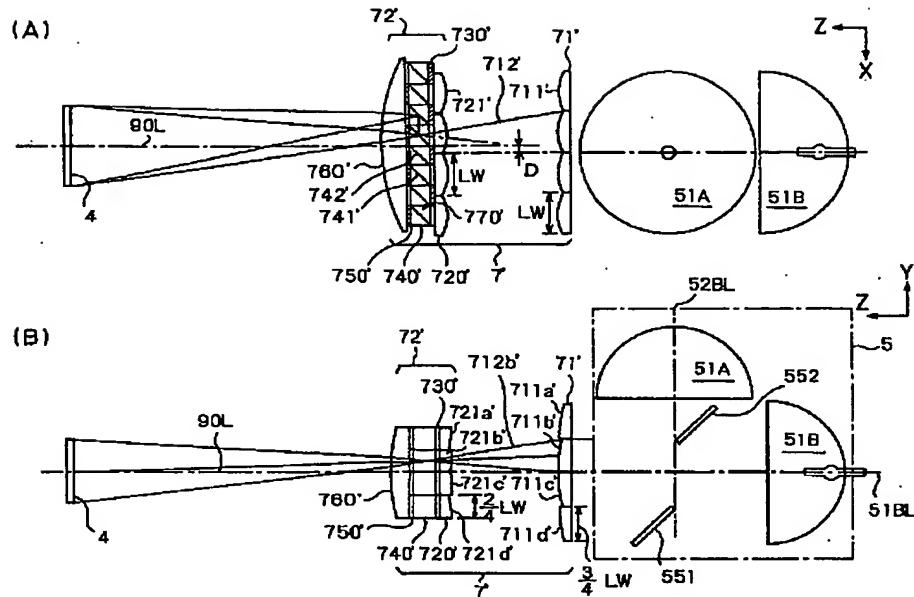


【図16】

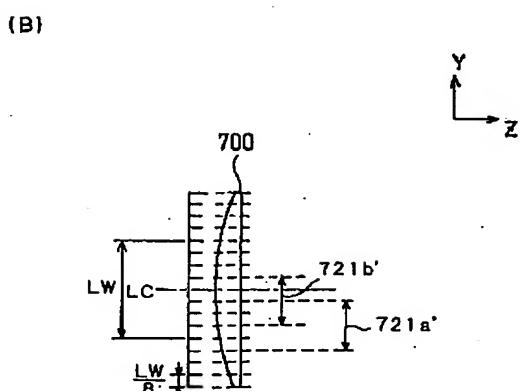
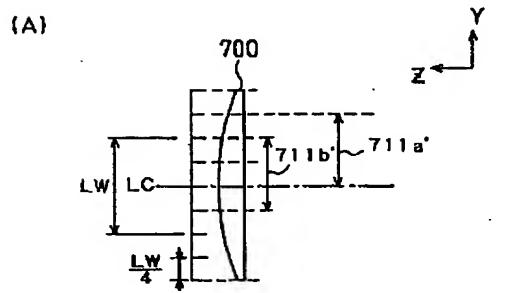


(29)

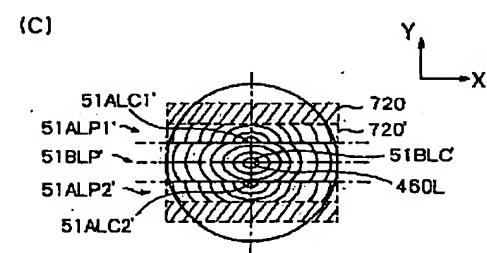
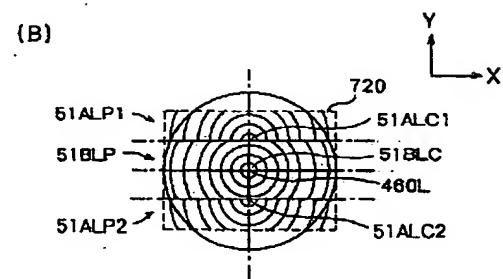
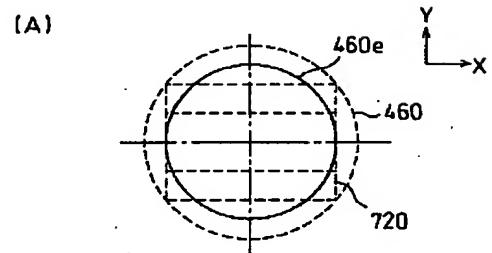
【図18】



【図20】



【図22】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】第6部門第2区分  
【発行日】平成15年3月12日(2003.3.12)

【公開番号】特開平11-95163  
【公開日】平成11年4月9日(1999.4.9)  
【年通号数】公開特許公報11-952  
【出願番号】特願平9-246139

【国際特許分類第7版】

G02B 27/18  
F21V 13/04  
G02F 1/13 505  
1/1335 530  
G03B 21/14

【F I】

G02B 27/18 Z  
F21V 13/04 C  
G02F 1/13 505  
1/1335 530  
G03B 21/14 A

【手続補正書】

【提出日】平成14年12月11日(2002.12.11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】光源ランプと、当該光源ランプからの出射光を全体として平行な出射光となるように反射するリフレクタとを備えたランプユニットを有している照明装置において、

第1および第2の前記ランプユニットと、各ランプユニットからの各出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出してランプユニットの開口縁の直径と略同一幅の照明用の合成光束を形成する合成ミラー手段とを有することを特徴とする照明装置。

【請求項2】請求項1において、

各ランプユニットのリフレクタは、その出射側の開口縁に、出射光の一部を反射する一対の反射ミラーが、ランプ光軸を中心として互いに略対称な状態となるように取付けられていることを特徴とする照明装置。

【請求項3】請求項1において、

前記第1及び第2のランプユニットの前記リフレクタは、前記ランプ光軸を含む一定の範囲以外の部分が、前記ランプユニットの開口面に直交し、かつそれぞれの前記ランプ光軸を中心として互いに略対称な平面で切断さ

れた形状を有することを特徴とする照明装置。

【請求項4】請求項1から3のいずれかの項において、

前記第1のランプユニットは、そのランプ光軸が前記第2のランプユニットのランプ光軸と交わるように配置され、

前記第1のランプユニットからの出射光のうち、そのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光を、前記第2のランプユニットのランプ光軸方向へ反射する前記合成ミラー手段を有することを特徴とする照明装置。

【請求項5】請求項4において、前記第1のランプユニットが、前記合成ミラー手段と一体で着脱可能に構成されていることを特徴とする照明装置。

【請求項6】請求項1から3までのいずれかの項において、

前記合成ミラー手段は、前記第1のランプユニットからの出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出すための第1の合成ミラー手段と、前記第2のランプユニットからの出射光のうちのランプ光軸を含む一定の範囲に含まれる出射光部分を取り出すための第2の合成ミラー手段とを備えていることを特徴とする照明装置。

【請求項7】請求項6において、

前記第1および第2のランプユニットのうちの少なくとも何れか一方のランプユニットは着脱可能であることを特徴とする照明装置。

【請求項8】請求項7において、

前記第1のランプユニットおよび前記第1の合成ミラー

(2)

1

手段と、前記第2のランプユニットおよび前記第2の合成ミラー手段とのうちの少なくとも一方の側は、一体的に着脱可能となっていることを特徴とする照明装置。

【請求項9】 請求項1から6のいずれかにおいて、さらに、

前記第1および第2のランプユニットは選択的に点灯可能な制御回路を備えることを特徴とする照明装置。

【請求項10】 請求項1から6のいずれかにおいて、  
前記複数のランプユニットの光源ランプから出射される光の波長分布特性がそれぞれ異なることを特徴とする照明装置。

【請求項11】 請求項1から10のいずれかにおいて、更に、

複数のレンズを有する第1のレンズ板および複数のレンズを有する第2のレンズ板を含むインテグレータ光学系を備え、前記第1のレンズ板は、前記合成光束を各レンズによって空間的に分離することによって複数の中間光束を生成するとともに、前記複数の中間光束を前記第2のレンズ板の各レンズの入射面の近傍にそれぞれ二次光源像として収束させ、当該第2のレンズ板の各レンズを介して出射された前記複数の各中間光束が所定の照明領域に重畠されることを特徴とする照明装置。

【請求項12】 請求項11において、更に、  
前記第2のレンズ板からの出射光束を偏光方向の揃った1種類の偏光光束に変換して出射する偏光発生手段を備え、  
前記偏光発生手段は、前記第2のレンズ板からの出射光束を互いに偏光方向が異なる2種類の偏光光束に分離する偏光分離手段と、

前記偏光分離手段によって得られた一方の偏光光束の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と同じとなるように偏光変換する偏光変換手段とを備え、  
前記偏光発生手段によって得られた前記偏光方向の揃った1種類の偏光光束によって前記照明領域を照明することを特徴とする照明装置。

【請求項13】 請求項1から12のいずれかに記載された照明装置と、

前記照明装置からの出射光を画像情報に応じて変調する変調手段と、

2

前記変調手段で得られる変調光束を投写面上に投写する投写光学系と

を有することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項14】 請求項13において、  
更に、前記照明装置からの出射光を少なくとも2色の色光束に分離する色分離手段と、  
前記色分離手段により分離された各色光束をそれぞれ変調する複数の前記変調手段と、  
それぞれの前記変調手段で変調された後の各色の変調光束を合成する色合成手段とを有し、

前記色合成手段によって得られた合成光束が前記投写光学系を介して投写面上に投写されることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項15】 請求項14記載の投写型表示装置において、

互いに直交する3つの方向軸をX、Y、Zとし、前記照明装置からの出射光の光軸と平行な方向をZとしたとき、

前記色分離手段は、XZ平面に対しては略垂直に、YZ平面、XY平面に対してはそれぞれ所定角度を成すよう

に色分離面を有し、  
前記複数のランプユニットおよび前記合成ミラー手段は、前記複数のランプユニットからの出射光が略Y方向に沿って合成されるように配置されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項16】 請求項14記載の投写型表示装置において、

互いに直交する3つの方向軸をX、Y、Zとし、前記照明装置からの出射光の光軸と平行な方向をZとしたとき、

前記色合成手段は、ダイクロイック面を備え、  
前記ダイクロイック面は、XZ平面に対しては略垂直に、YZ平面、XY平面に対しては所定の角度を成すよう

に配置され、  
前記複数のランプユニットおよび前記合成ミラー手段は、前記複数のランプユニットからの出射光が略Y方向に沿って合成されるように配置されていることを特徴とする投写型表示装置。